中国少数民族科学技术史丛书

通史卷

李迪 主编

ZHONGGUO SHAOSHUMINZU KEJISHI
CONGSHU

广西科学技术出版社

中国少数民族科学技术史丛书

通史卷

主　编　李　迪
副主编　郭世荣　冯立升
执笔者　（以姓氏笔画为序）
王进玉　王荣彬　牛亚华
石中琦　冯立升　刘长春
李　迪　陈炳应　陆思贤
张天锁　特古斯　徐义保
徐泽林　郭世荣　诸锡斌
盖志毅

广西科学技术出版社

（桂）新登字 06 号

中国少数民族科学技术史丛书
通史卷
李 迪 主编
*
广西科学技术出版社出版
（南宁市东葛路 38 号 邮政编码 530022）
广西新华书店发行
广西民族印刷厂印刷
（邮政编码 530001）
*
开本 850×1168 1/32 印张 18.125 字数 440 000
1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷
印数：1—3 000 册
ISBN 7-80619-321-9
N·7
定价：22.40 元

中国少数民族科学技术史丛书

编委会名单

《中国少数民族科学技术史》丛书序

席泽宗*

1980年5月在成都召开的一次天文学史会议期间，李迪先生问我，有哪些题目可做？我说："老兄身居内蒙古，地处少数民族区域，少数民族科学技术史就是一个很好的题目，大有文章可做。"我当时只是随便说说，不料李先生当真地干起来，而且做得很出色。在短短的十四年中，他做出了如此巨大的成绩，令我非常敬佩。他就如何开展少数民族技术史研究，提出了许多纲领性的见解；他组建了中国少数民族科学技术史研究会，这个研究会主持召开了三次全国性的学术讨论会和两次国际会议；他主编的《中国少数民族科学技术史研究》已出版了七辑；而今又组织研究会成员编写这套《中国少数民族科学技术史》丛书，更是集其大成，蔚为壮观，可喜可贺。

中国是一个多民族的国家，每个民族在科学技术方面都有自己的贡献。正本清源，研究清楚这些成就和贡献，不仅对民族史研究是一个重要贡献，而且会丰富中国科学技术史的内容，甚至对世界科学技术史做出贡献。科学技术是全人类的共同财富，物质的属性和自然界的规律等待着人们去发现、去利用，但不同的国家、地区或民族，因所处的地理环境、社会状态和文化背景的不同，对它们的发现有先后，对它们的解释和利用有差别，因而就形成了科学技术发展的国家特色、地区特色和民族特色。越是在古代，越是在交通不便的地方，这种特色也越显著。就世界

---

* 席泽宗先生系中国科学院院士。

范围来说，观察的都是日月星，希腊天文学、玛雅天文学和中国天文学就迥然不同；都是治病救人，西医和中医则是完全不同的两大体系。以中国境内而论，汉医、蒙医、藏医也有不同；汉历、藏历、傣历、彝族“十月历”也各具特色；建筑技术的民族风格更是百花齐放，各有千秋。

矛盾的普遍性寓于矛盾的特殊性之中，对矛盾的特殊性研究得越彻底，对矛盾的普遍性就了解得越深刻。对各民族、各地区、各国家的科学技术史研究得越透彻，对它们之间的异同、传播、交流和影响也就摸得越清楚，对科学技术发展的普遍规律也就容易找出来。我是从这样一个高度来看待少数民族科学技术史的研究工作的：就研究对象来说具有开创性，就工作意义来说具有世界性。所以我认为这套丛书的出版，是我国科学技术史界的一件大事，值此出版之际，愿意为它摇旗呐喊，希望有更多的人来关心这项工作，有更多的人来从事这项工作，把中华民族的各个组成部分对人类所做的贡献都发掘出来，使已经开始受世人注目的中国科学技术史更加丰富多彩。

是为序。

1994 年 9 月 14 日

前　言

本卷是《中国少数民族科学技术史》丛书的第一卷，比较全面、概括地介绍中国少数民族在天文历法、数学、地理学、物理学、农牧业技术、医药学、建筑工程、纺织技术、机械工具、化工等方面的成就，目的是使读者通过本书对少数民族科学技术史有个较为完整的了解，至于各学科的细节或深入的情况，则将在其他各卷介绍。

本卷的安排，一方面要按照统一的体例，另一方面还要考虑到某些特殊情况，总的要求是尽量具有历史性。全书按历史顺序安排，有些章节则按民族划分，例如吐蕃时期的藏族、西夏党项羌族、元代蒙古族、清代满族等都有专章，而西域和后来的维吾尔族虽未有专章，但在不同历史时期设节。也有些章节是按学科或地区安排的。

本卷虽然是通史，但不是通俗作品，而是学术专著。因此，书中援引的许多古文或涉及的大量其他问题（如历史事件、科学内容、地名和人物等）都没有深入解释，不过我们相信大多数读者阅读起来不会有多大困难。

本卷由16人执笔，分工如下：

李迪：总论，第二编第四章第三节（与张天锁合作），第三编第二章，第三章第一节、第四节。

陆思贤：第一编第一章第一节（与郭世荣合作），第二章第一节。

郭世荣：第一编第一章第一节（与陆思贤合作）、第二节，第二章第三节，第三章第一节、第三节，第二编第一章第一节、第二节。

盖志毅：第一编第一章第二节，第二编第一章第三节，第三编第五章第二节。

特古斯：第一编第二章第二节，第三编第四章第四节（与冯立升合作）。

王进玉：第一编第三章第二节。

张天锁：第一编第四章，第二编第四章第三节（与李迪合作）。

牛亚华：第二编第一章第四节，第三编第一章第四节。

陈炳应、石中琦：第二编第二章。

刘长春：第二编第三章，第三编第五章第一节。

冯立升：第二编第四章第一节、第二节，第三编第一章第一至第三节，第四章第一至第四节（第一节与徐泽林、徐义保合作，第四节与特古·斯合作）。

王荣彬：第三编第三章第二节。

徐义保：第三编第三章第三节，第四章第一节（与徐泽林、冯立升合作）。

徐泽林：第三编第四章第一节（与徐义保、冯立升合作）。

诸锡斌：第三编第五章第三节。

李迪统纂全书，制订“编写提纲”，组织编写。郭世荣、冯立升从头至尾辅助主编做了大量工作。

这一工作可以说几乎是在一块空地上进行的，其难度超过编写一部中国科技通史，再加上我们水平不高，书中肯定存在问题，甚至错误，敬请读者不吝赐教。

著者

1991年2月20日

目　　录

第一编　原始社会到唐末

第二编　五代到元末

第三编　明代到民国初年

总　论

作为一部多卷本的《中国少数民族科学技术史》丛书，不可避免地涉及一些普遍性问题。这些问题理所当然地应当在本卷作出交待，使读者了解我们的基本观点。下面要讲的有四个问题：中华民族；中国科学的民族观；少数民族科技史的范畴；一些技术问题。

一、中 华 民 族

中国自古以来就是一个多民族国家，早在远古时代各民族的祖先就生息和劳动在祖国的土地上，中原主要有夏族，东部主要有东夷，西北部主要有羌族，南部主要有三苗，北部主要有荤粥。商周时(约公元前 16 世纪到公元前 8 世纪)，这些民族之间的关系更加密切，而且互相影响。商族和周族在黄河流域先后发展起来，东北的肃慎，东方的东夷等，南方的南蛮和百濮、百越，西北方的羌、氐、狄等逐渐形成。到春秋战国时代(公元前 8 世纪到公元前 3 世纪)，以夏族、商族、周族为主，并吸收其他民族成分，演化成华夏族。

秦建立了大一统王朝，形成了一个多民族国家。秦朝的统治范围到达了长江以南的百越、云贵高原的南蛮以及黄河上游的西戎、东部的东夷等族生活的地区。但是北部的匈奴，西北的乌孙，西方的羌，东北的东胡、肃慎、扶余等，还处于割据状态。① 到

---

① 《中国少数民族》，7 页，人民出版社，1981。

汉朝，以华夏族为主形成了后来所称的汉族。

在魏晋南北朝时期（公元 3 世纪至公元 6 世纪），除西晋在短期内有全国统一政权外，基本上长期处于分裂状态。北方的一些民族陆续南迁，进入中原。他们先后在中原建立了 19 个政权，为清楚起见，列表于下。

西晋南北朝北方少数民族在中原建立的政权表

政权名	族别	政治中心	存在年代	备　注
成　汉	巴氐	成　都	公元 304～347 年	又称前蜀
前　赵	匈奴	平阳，长安	公元 304～329 年	又称汉
代	鲜卑	平　城	公元 310～376 年	平城即今大同
后　赵	羯	襄国，邺	公元 319～351 年	襄国今河北顺德
前　燕	鲜卑	龙城，邺	公元 337～370 年	龙城在今内蒙古
前　秦	氐	长　安	公元 350～394 年	
后　燕	鲜卑	中　山	公元 384～407 年	中山在今河北定县
后　秦	羌	长　安	公元 384～417 年	
西　燕	鲜卑	长　安	公元 385～394 年	
西　秦	鲜卑	宛　川	公元 385～431 年	宛川在今甘肃
后　凉	氐	姑　藏	公元 386～403 年	姑藏在今甘肃
北　魏	鲜卑	平城，洛阳	公元 386～534 年	北朝政权
南　凉	鲜卑	西　平	公元 397～414 年	西平即今西宁
北　凉	匈奴	张　掖	公元 397～439 年	
南　燕	鲜卑	广　固	公元 398～410 年	广固在今山东
夏	匈奴	统万城	公元 407～431 年	统万城在今陕西
东　魏	鲜卑	邺	公元 534～550 年	
西　魏	鲜卑	洛阳，长安	公元 535～556 年	
北　周	鲜卑	长　安	公元 557～581 年	

入居中原的匈奴、鲜卑、乌桓、羯等族，后来大部分同化于汉族之中。同一时期，在西部地区还有龟兹、疏勒、高昌、焉耆、乌孙、于阗等政权。

隋唐时期(公元6世纪至公元10世纪),东北的室韦、契丹、渤海、靺鞨,西北的回鹘、高昌等,西南的吐蕃(藏族建立的)、南诏(蛮族为主建立的)等,都和中央政府保持着良好的关系。唐王朝在这些地区大都设有行政机构,册封当地的民族首领为行政官员。

五代时期(公元10世纪),白蛮在西南建立大理政权,契丹族在东北建立契丹国(后改名辽国)。北宋时期(公元10世纪至公元12世纪),全国大部分地区是统一的,北方的契丹族逐渐强大,西北的党项羌族建立了大夏(西夏)政权。女真族从东北兴起,建立金政权,1125年灭辽,1126年灭北宋。12世纪末期,蒙古族从北方发展起来;1234年灭金,统一了整个中国北方。1279年彻底灭亡南宋,以蒙古族为统治者主体的元朝实现了全国大统一。回回民族经过长期发展,到元代作为一个民族基本上形成。

明代末期,女真族又从东北南部兴起,1616年建国曰后金,1635年改族名为“满洲”,1636年改国号为清。1644年入关,建立了以满族为统治者主体的全国王朝。

在中国几千年的历史中,各民族发展变迁很大,有些不知去向,有些名称也有变化,有些相互影响成为新的民族,有些互相融合到汉族中,等等。但是,无论怎么说,所有民族都是中华民族的成员,他们对祖国的开发、文化建设等各方面都做出了自己的贡献。但是在历史上,封建统治者歧视少数民族,不仅掠夺和剥削少数民族,还在文献记载里把一些民族的族名加上“犭”旁,如“獠”“猺”“獞”等,进行污蔑。

中华人民共和国成立以后,中国共产党制定了一系列民族平等和促进民族发展的政策,不仅全面纠正了历史上遗留下的污称,而且给一些没有本民族文字的民族制订了文字。解放后经过长期调查研究,确认全国有55个少数民族。由于生活安定,条

件改善,少数民族人口增加很快。据最近全国人口普查结果,少数民族人口为1.172亿,占全国总人口11.6亿的10.1%。人口在百万以上的有:蒙古、回、藏、满、壮、维吾尔、苗、彝、土家、哈尼、哈萨克、傣、朝鲜、黎、布衣、侗、白和瑶等18个民族。十万以上百万以下的有:傈僳、佤、畲、拉祜、水、东乡、纳西、景颇、柯尔克孜、土、达斡尔、仫佬、羌、仡佬和锡伯等15个民族。一万以上十万以下的有:布朗、毛南、阿昌、怒、普米、塔吉克、乌孜别克、俄罗斯、鄂温克、德昂、保安、裕固、京、基诺和撒拉等15个民族。有7个民族的人口不足一万。壮族人口最多,约为1 549万人。珞巴族人口最少,只有2 312人。还有749 341人的族属尚未识别清楚。[①]

中国的55个少数民族,在地域上分布很广,内蒙古、新疆、西藏、宁夏和广西5个民族自治区,占全国总面积的60%,居住着4 000多万少数民族,其余的散居于全国其他省市。

长期以来,各民族息息相关,互相学习,创造了祖国光辉灿烂的文化。

二、中国科学的民族观

中国既然是一个多民族国家,那么中国科技史就应当是反映全国各民族的科技史,就是说,中国科技史是中华民族的科技史。因此,一部中国科技史,每个民族都应占有各自的地位。

中华文明的发源地大都分布在现今少数民族地区,如云南的元谋、内蒙古的大窑(在呼和浩特市东)、北京的周口店、广西的柳江、四川的资阳、陕西的蓝田、内蒙古的河套,等等。这些地

---

① 《中华人民共和国国家统计局关于1990年人口普查主要数据的公报》(第三号),1990-11-13,《中国人口报》,1990-11-16。

方的早期文明正是少数民族先民所创造,是整个中华民族文明的源头。

新石器时代的许多文化也是由少数民族的先民创造的,浙江河姆渡文化是越族先民的文化,青海乐都柳湾文化所带有的民族特点说明,它应是羌族先民在原始社会末期创造的。在其他边疆少数民族居住地区大都有新石器文化发现。这些文化是中华民族原始文化的重要组成部分。在这些文化中,包含着大量的科技内容,涉及的范围也相当广泛,其中有些成果系中国乃至世界的最早记录。中国的传统科学技术源于石器时代的原始社会,许多早期的重要科技成就都能在这里找到萌芽。中国科技在新石器时代出现了第一次高峰[①],各少数民族的先民对于这次科技高峰的形成做出了巨大贡献。

中国的科技是中国各民族的科技,而不是某一民族的科技。每个民族由于本民族的生活习惯和地理环境等因素的关系,往往形成具有民族特点的科学技术,例如医学方面,北方民族的骨伤治疗较为发达,而南方民族对瘴气有更多的研究;又如在建筑方面,北方民族发明了毡帐,南方民族则创造了干栏式住屋……这些具有不同特点的科技互相补充和充实,构成了内容丰富而完整的中国科技。

长期生活在同一个国家的各个民族总要互相学习。少数民族学习汉族的科学技术,如某些农业耕种技术,火药与火器,造纸技术,等等,可以说不胜枚举。反过来,汉族同样吸收了大量少数民族的科学技术,但是往往人们不察觉这一点。例如在卫生保健方面,东北的少数民族发明了火炕,以后逐渐向关内传播,后

① 李迪:《新石器时代是中国科学技术发展的第一个高峰》,第六届中国科学史国际会议论文,1990-08-02～07,英国剑桥。

来华北的汉族大都在火炕上睡眠；古代南方北方的一些少数民族实行火葬，现已在全国推行。又如，少数民族培育了许多农作物的优良品种，如稻谷、葡萄等，也培育了许多优良家畜品种，如骡子等，这些均为汉族所吸收运用。

当然，各民族还继续保存和应用本民族长期形成的特殊技术和知识。例如刻画记数记事方法，直到40年前不少民族仍在使用，结绳记数的方法可能到现在尚未绝迹。在汉族地区，如拔火罐治疗某些病症也未完全消失；尽管已经进入电子计算机时代，可是古老的珠算还到处可见。

总之，大量事实说明，中国科技是中华民族的科技，每个民族都是中国科技的创造者。

三、少数民族科技史的范畴

少数民族科技史的范畴是怎样划分的呢？大概不会有公认的看法。但是研究少数民族科技史，特别是全面研究时想避开这个问题是不可能的，因此必须正面回答。

首先应当考虑的是各民族本身的传统科技。任何一个民族都必须和物质打交道，以解决衣、食、住、行等实际问题，这就要进行渔猎、畜牧和农业生产，要建造住宅，要缝织衣服，要进行物资交流和运输……在这些活动中，积累了经验，其中有些上升到规律性的认识。在所有活动中最重要的、最中心的是“食”，因而农牧业首先得到发展。由于地理环境不同，各民族有的以畜牧业（甚至渔猎）为主，有的以农业为主，还有的是农牧业结合。就是一个民族，在不同历史时期，不同地区，也有很大差别。然而，不管情况有何不同，农牧业技术是最先发展起来的科学技术之一。为了适应农牧业生产，保证丰产丰收，合理安排生活，每个民族都注意观测天象，认识季节更替的周期性，月亮盈亏周期的次数

与一年的关系，草木荣枯的周期变化，恒星随天体的运动，尤其是一些特殊星座如北斗星斗柄指向的变化，等等，这就产生了早期的天文学。为了解决农牧业生产、天文历法的制订，以及日常生活、战争等方面的需要等，就要计数，要画图，对某些规则形物件作观察，这便出现早期计数方法和形成某些图形观念，数学随之诞生。为了人的个体的存活与恢复健康，必然要同疾病进行斗争，寻找产生疾病的原因，总结治疗方法和一些动植物或其某些部位对疾病的疗效，等等，原始的医药学就这样开始形成。在这“四大学科”方面，每个民族都在不同程度上有自己的成就。

“衣”与“住”起源于对人的个体的防护。在由动物进化到人的过程中，“衣”的发明大约主要不是防寒，而是防止在行动中被树枝等划破身体，最初只在一些关键性部位，如乳房、外生殖器官等处挂些东西。以后，“衣”才逐渐起防寒作用。“住”的起源主要是为了防寒和防野兽的伤害，并由自然洞穴过渡到人工房屋。在此基础上形成了纺织和建筑两门技术。由于各种生产的需要，战争的需要，物资交流活动的需要……工具、机械、兵器、仪器等得到发展。在化工中最主要的是陶瓷制造，在远古陶器制造已很普遍。金属的利用在生产和防卫中是重要的。食品加工和酿造也是每个民族都要掌握的技术。在这些实践活动中，对于某些自然现象，如气象、动植物的形态和动物的习性、化学性质、物理性能、矿物的形状和地理分布、地形地貌等获得认识。可以说，范围广泛、内容丰富。

其次是少数民族科技人物的成就。在历史上许多少数民族个人在科学上取得了成就，有些是杰出成就。如果这些成就是在本民族传统科技的基础上取得的，那毫无疑问应归属于前述的情形。这里要讨论的是另外一种情况，所研究的内容和所获成就不是本民族传统的，而是全国的。这方面的工作可分为两大类

型:第一类是几个民族的科技人员共同进行的科技活动,特别是一些全国项目,例如元代全国地理志的编纂和彩色大地图的绘制就是由回、蒙、汉等好几个民族的人员共同完成的。清代前期进行的全国地图测绘则有满、蒙、藏、汉等族学者和一些外国在华教士参加。清代钦天监中有许多满、蒙、汉天文工作者,同时也有藏族和其他少数民族的天文工作者。这些少数民族学者对全国科技发展做出了应有的贡献,为各自的民族增添了光彩。

第二类是研究别的民族,特别是研究汉族科技的科学工作者,所研究的甚至是国际上有共性的学科或问题。这类人物在历史上相当多,如鲜卑族的宇文恺,契丹族的耶律楚材,维吾尔族的鲁明善,蒙古族的忽泰必列和明安图,回族的赡思和丁拱辰,满族的麟庆和博启等,都是人们所了解的。

上述两种类型的科技人物都应包括在中国少数民族科技史范畴之内。我们必须注意到,越是近今这两类人物越多,说明少数民族越来越跻身于全国乃至世界科学之林。如果把这些人物的工作和科学成果从少数民族科技史中排除出去,那么少数民族科技史就会成为空洞无物的概念,或者只剩下本民族还保持的一些较原始的思想和不先进的东西。因此,我们把凡是少数民族工作者所做的科研工作和所取得的成就都归属于少数民族科技史范畴。

再次是少数民族科技组织者。在中国历史上,少数民族建立过地方政权,蒙古族和满族先后建立过全国政权,对科学技术产生过很大影响,起过不同的作用:有些很好,起过促进或推动作用;有些不好,甚至很糟。我们这里要讲的是好的一面。从内容来看有两种互相联系的情况,一是统治者的科技政策,二是批准大型科研项目。蒙古族的忽必烈和满族的爱新觉罗·玄烨在这两方面都很突出,是很好的科技组织者。

忽必烈热心于科技事业，他制定了一些有利于科技发展的政策，尊重知识，尊重人才，把一批高水平的各族科学家调到政府，还亲自批准十几个科研项目①，使元代的科技水平迅速提高。中国科技史研究者往往是宋元并称，认为宋元是中国科技发展的高峰时期。元代科技的发展，忽必烈的领导和组织起了相当大的作用。

爱新觉罗·玄烨是清朝的第二个皇帝，从青年时代起就很关心科学并刻苦钻研，认真学习西方科学，成为中国历史上少有的知识渊博的最高统治者之一。他在自己学习科学的基础上组织领导了许多大型科研项目，如制造天文仪器和做天文观测，全国地图测绘，编撰科技书籍……对各民族的科学家都很尊重，如对蒙古族科学家明安图，汉族科学家陈厚耀、梅文鼎祖孙等就是例子。据法国教士白晋说，玄烨在北京建立了科学院②，虽然此说在中国文献中尚未找到有关记载，但不能认为是无稽之谈。总之，玄烨是一位很有才干的少数民族科技组织者和领导者，他使当时中国的科技呈现繁荣景象，取得了不少高水平的科学成果。明清之际中国历史上曾形成过一个科学发展的高峰③，而玄烨执政的年代则是高峰的顶端。

还有一类组织者，就是非统治者，其中有些人是科技人员，或是行政官员，或是一身而二任者。这些人多在科研机构或大型项目中负责组织领导工作。如元代的札马鲁丁、都什，清代的明图、顾琮、齐苏勒、麟庆、明安图等都是。但是这类人物往往被放

① 李迪：《忽必烈在我国科学发展中所起的促进作用》，载《内蒙古社会科学》，1980(1)，39～41页。

② 白晋著、赵晨译：《康熙皇帝》，50～51页，黑龙江人民出版社，1981。

③ 李迪：《中国科学发展的一次高峰时期》，李迪著《中国科学技术史论文集》第一辑，84～105页，内蒙古教育出版社，1991。

入科学家之列，很少被看做是组织者。因此，我们要注意那些不是科学家的“行政领导”，只要他们在组织方面有成绩也应予以考虑。

最后是一些工程中的少数民族成就。历史上许多大型工程，领导者可能是汉族，而施工队伍中却有少数民族，有的可能所占比例相当大。例如四川的都江堰工程，当时大约是以羌人为主要队伍修成的。灵渠是在壮族先民聚居区开凿的。还有很多工程，如泉州的开元寺，云南大理的三塔，青海的塔尔寺，西藏的布达拉宫，新疆的吐虎鲁克玛札，山西大同的云冈，甘肃敦煌的石窟……多数都是少数民族的作品，这是研究少数民族科技史必须考虑的。

大量的岩画崖画中也反映着丰富的少数民族科技史料，如天象、动植物、记数符号、车辆、房屋以及凿刻方法、颜料，等等。

以上所述诸方面的总和就是少数民族科技史范畴。可能还有一些应当包括的内容而未包括进来，其中需要讨论的问题很多，应当进一步研究。①

四、一些技术问题

少数民族科技史，由于有“少数民族”这样的一个大前提，因而较一般的中国科学史更加复杂，从技术上来讲需要解决的问题要多些，有些还是难题。大多数问题都与“少数民族”相关联，特别是民族成分的归宿或判定等问题更多。下面我们举出一些经常遇到的技术性问题，并提出相应的处理原则或办法。

首先，有些成果或科技资料属于何民族判断不出来，特别是南方民族的资料这种情况尤多。在一些汉籍中不具体说何民族，

① 李迪：《关于“中国少数民族科技史”的研究范畴的浅见》，见《中国少数民族科技史研究》第二辑，1～9页，内蒙古人民出版社，1988。

只写“蛮人”、“越人”，或简写作“蛮”、“越”，史书还有“百越”之称，等等，在古代究系何族，实难判别。就是范围再小一点，如西越，大约是从今湖南到广西都是，少数民族很多，往往只能根据资料中涉及的地区或作者所接触的人物、地点，再与现在居民族属相对照形成初步看法，参加广西灵渠工程、四川都江堰等工程施工的人员族属就是这样确定的。在其他地区也有类似情形，如“西戎”、“北狄”、“东夷”等一般都不是指单一民族，而是许多民族的统称。元代的“色目人”更不是指某个单一民族，而是泛指中国西部地区和部分从中亚等地迁来的人，其特点为眼珠不是黑的。在一段时期里，中外文献上常有“鞑靼人”一词，多数是指蒙古族，有时又不一定是，特别是一些外国文献上把中国北方的不同民族都说成是鞑靼人。在康熙帝的《康熙几暇格物编》中经常是不加区别地把中国西部地区的少数民族称为“回子”。对于这些情况，就不一定勉强区分族别，能采用原称的便采用原称，不能采用的（主要是污称）则用“少数民族”。

其次，对我们来说，能确定某成果或某工作为少数民族所取得便已足够。但是有些时候，是少数民族还是汉族不易弄清，近年来已遇到过这种情况。例如公元5世纪时造天文仪器的有个解兰，又叫斛兰。在不同的古籍上有不同的写法，是否“解”、“斛”混错？若是后者正确，斛兰就可能是少数民族；若是前者正确就可能是汉族了。后赵时著名机械制造家解飞原来一般不考虑族属，实际上把他看做汉族人。近来有人提出：基本上可以认为“解飞”是“姓或部落名，而不是姓名；他是后赵时高车族解枇（飞）氏中一位杰出的机械制造家”。[①] 在清末有个叫知弥的人写

① 张子文：《解飞姓氏、族别考》，见《中国少数民族科技史研究》第一辑，115～121页，内蒙古人民出版社，1987。

了一本数学书[1]，可是知弥是何民族人目前尚未确定，不见汉族有姓知的。人们熟知的蒲松龄由于他写过一些科技著作，逐渐引起科技史界的注意，而其族别则众说纷纭，其中也有汉族说者[2]，现在的趋势是多数人认为是少数民族，蒙古族说者占优势。这类问题不在少数，一时难于定论，成为难题。在本丛书中将根据可能性列入，或作为疑问提出来，供读者参考。

再次，有些科学家具有汉族和某少数民族的血统，如地质学家李四光，祖父是蒙古族，祖母是汉族；云南白药的发明者曲焕章，他的父亲是汉族，母亲是彝族，等等。我们是按照涉及的少数民族本人的意愿来决定，因此我们把李四光、曲焕章分别列为蒙古族、彝族等少数民族科学家。

第四，资料不均衡，这主要表现在不同学科、不同历史时期、不同民族等方面。在学科方面，农牧业技术、天文历法和医药学资料一般较多，光藏历保存到现在的就有数百种。建筑和纺织的资料也较多，前者建筑实物多于文献记载，后者两方面资料都有。物理方面的资料可以说很少，数学虽属古代四大学科之一，但是在少数民族传统科技中发展缓慢，资料也不算多，无法与农牧、天文历法和医药资料相比。

从历史时期方面来看，一般说时代越早资料越少，反之越多。元代和清代有关少数民族科技的资料显著增加，这两朝代之间的明代则少得多。南北朝时北方少数民族，唐代时的藏族和南方某些少数民族，宋辽金时期北方和西北方的某些少数民族的资料相对来说都多些。

---

① 那日苏：《对知弥〈一次不定方程解法〉之研究》，见《中国少数民族科技史研究》第一辑，52～62页，内蒙古人民出版社，1987。

② 谢启晃、胡起望、莫俊卿：《中国少数民族历史人物志》，133～136页，民族出版社，1983。

从民族方面来看，不同的民族差别甚大，有些民族遗留下的科技史料相当丰富，如藏族、蒙古族、回族、满族等的资料最多，维吾尔族、彝族、壮族、傣族的资料也不少。有些民族的资料则非常少，只能在某些汉文文献中找到一些零星记载。

总之，有关少数民族的科技资料存在着很大的不均衡性，究其原因大致有两个，一是客观的，就是说事实上就存在着不均衡性，例如有的民族人口太少，积累的知识不多，又无人进行专门整理。有的民族人口虽然很多，但是没有本民族的文字，也没有利用其他民族的文字写出科技著作。与科技有关的实物保存下来的多寡差别也大。二是研究和对资料的发掘进展不平衡，有些学科有些民族被研究的较多，如对藏医、藏历、傣历、彝医、彝历、壮医、蒙医等的研究进展较快，对农业史的研究也获得相当丰富的成果。另一方面，有不少民族没有人研究，连社会调查还少进行。有的学科发掘不够，如数学、气象学、机械工具等都比较薄弱。不过最主要、最基本的资料大体上已经掌握，今后还有许多工作要做，对一些薄弱环节进一步予以充实。

第五，少数民族科技史和其他学科一样，存在着许多尚待解决的问题，还有些问题人们的看法有很大分歧。前面提到的族属问题是其中的一类，不再重述，这里所说的是另外的问题。例如藏医的来源就有不同看法[①]；新疆的水利工程——坎儿井是怎样产生的？人们也有不同的主张，最近更有外来说，认为坎儿井是从波斯传到新疆的[②]；对于彝族历法的看法有两种：一种主张是十月太阳历，另一种认为不是，而是普通的十二月历。这类问

① 洪武娌：《近现代国内藏医学史研究述评》，见《中国少数民族科技史研究》第四辑，129～147页，内蒙古人民出版社，1989。

② 黄盛璋：《新疆坎儿井的来源及其发展》，载《中国社会科学》，1981(5)，209～224页。

题还有不少，不再列举。我们将尽量争取有个比较满意的解决，客观地反映各家不同观点，也要尊重各卷主编和执笔人的意见。

最后，谈谈本丛书的框架问题。作为一套《中国少数民族科学技术史》丛书，如何确定框架十分重要。确定框架的依据至少有三个可供选择，它们是：年代（或朝代），民族（或地区），学科。前两种都有不便之处，特别是第二种最不可取，因此我们采用以学科为依据确定最大层次的框架，分为：天文历法、数学与物理、机械工具、医药、农牧业技术、化工、建筑、纺织、地学水利航运、金属与铜鼓、通史等卷。以下的层次是编、章、节，每卷都按年代分为 3～5 编，每编分 3～5 章，每章分 3～5 节。章、节的划分尽量以年代为依据，但不强求一律，可根据情况，灵活处理。全书总字数约 500 万。 （李 迪）

第　一　编

原始社会到唐末



第一章　原始社会到战国末各民族的科技

中国少数民族科技的发展历史和整个全国科技的发展历史一样长。少数民族的先民早在新石器时代就和夏族一起创造了中华民族的早期科技文化。本章讲述由新石器时代早期到战国末约 6 000 年间，中国少数民族及其先民在科学技术方面的贡献。

第一节　新石器时代的科技萌芽

在新石器时代中后期，我国的科学技术较以前有了明显的进步，出现了许多原始的发明，也有一些发现，形成了中国科学技术发展的第一个高峰。[①] 这是由中原和其他各个地区的新石器文化共同表现出来的。新石器文化在不同的区域内表现出不同的文化特征和内涵，表现出了多样性和发展不平衡性，其中已有了民族文化的萌芽。史前不同的文化特点被不同的民族所继承和发展，形成了不同民族的文化。各民族共同开创了中华文明的历史。

考古研究表明[②]：新石器时代围绕中原文化区形成了五大文化区，即甘青文化区、山东文化区、燕辽文化区、长江中游文化区、江浙文化区。这五大文化区域外还有其他一些外围文化中心。五大文化区域基本上代表了不同民族群的史前文化，它们分别应是戎羌各族、东夷各族、燕辽各族、楚族和越族的史前文化。

---

① 李迪：《新石器时代是中国科学技术发展的第一个高峰》。

② 严文明：《中国史前文化的统一性与多样性》，载《文物》，1987(3)，38～50页。

同样，外围文化区反映了外围各民族的史前文化。因此，各个周边民族的原始社会的科学技术水平可在其相应的文化区域内获得信息。

在新石器文化早期，五大文化区基本同步地进入了以经营农业为主，又兼营畜牧、采集、狩猎经济的氏族制的繁荣时代。距今 6 000 年左右，由于生产力的发展，母权制逐渐被父权制代替。在距今 5 000 年前后，开始出现城堡，各文化区域内也相应产生了凌驾于氏族、部落之上的社会机构。农业的发展，原始宫殿和大型祭坛建筑的出现，积石冢、木椁墓、玉敛葬等显贵者埋葬制度的产生，均需要花费大量的劳力，需要一定的科学技术。金属冶炼和玉器工艺的出现，以高岭土为原料的白陶的烧制成功，说明了原始科技已发展到了一定的水平。科学的萌芽已经出现。

一、农业技术的发明与发展

约在距今 10 000 年前后的新石器时代早期，我国出现了农业，这是在经历了长期的采集植物根、茎、果实的活动基础上的一个重大进步。在距今 8 000 年左右，中原地区及许多文化区域先后进入了以农业为主，兼营畜牧、采集、狩猎经济的氏族制的繁荣时代。当时人们在农牧业方面有了许多发明创造，按照主要经济形式的特点，新石器时代的农牧业大致可分为三大经济区系，即南方包括长江流域、珠江流域的东南沿海地区和云贵高原，是以种植水稻为主的稻作农业区；北方黄土高原、华北平原、山东丘陵和铁岭以南的东北平原是以种植粟为主的旱作农业区；东北北部、蒙新高原、青藏高原是畜牧业区。①

把野生植物培育成农作物，是农业史上的第一个重要成就。

① 严文明：《中国史前文化的统一性和多样性》。

稻谷是生活在南方的人们首先开始种植的,我国已发掘的新石器遗址中发现了稻谷的遗迹有几十处。中国的稻谷起源地究竟是云南还是长江下游,目前尚无统一的认识。一种观点认为,云南、印度的阿萨姆及尼泊尔一带是亚洲稻的起源地[①];另一种观点认为,长江下游是稻作起源中心。[②] 但可以确定,在我国,稻最早是由少数民族的先民种植的。南方各地都有史前种植稻谷的遗迹。在长江流域,河姆渡、罗家角、草鞋山、圩墩、钱山漾、屈家岭、仙蠡墩等处均有稻谷遗存发现。其中河姆渡和罗家角遗址的年代久远,距今有6 000~7 000年的历史。河姆渡遗址中,"在500平方米的发掘范围内,普遍发现有由稻谷、谷壳、稻秆、稻叶和其他禾本科植物混在一起的堆积,平均厚度约40~50厘米。这些堆积的成分以水稻各部分的遗物为主,局部地方几乎全是谷壳"。[③] 经鉴定,这些稻谷属于人工栽培稻。在云南,元谋大墩子、宾川白羊村都发现过炭化粳稻和稻粉末,滇池地区的新石器遗址中也有稻谷印痕迹。[④] 少数民族先民在栽培稻的过程中已经培育出籼稻和粳稻两个不同的品种。总之,种植水稻是南方少数民族先民对农业的一大贡献。在河姆渡遗址中还发现有菱壳、葫芦、酸枣、麻栎果等果实的果壳和果核。在北方,戎、羌、夷、狄等族的先民以种粟为主,青海柳湾和大汶口文化遗址中发现有粟的遗存。距今4 000~5 000年的西藏卡若遗址中也有炭化的粟类谷物灰壳。

---

① 例如,日本渡部忠世持此说,见其《稻米之路》(尹绍亭等译),云南人民出版社,1982。

② 严文明:《中国稻作农业的起源(续)》,载《农业考古》,1982(2),50~54页。

③ 浙江省文管会等:《河姆渡发现原始社会重要遗址》,载《文物》,1976(8),6~14页。

④ 陈文华、张忠宽:《中国古代农业考古资料索引(十二)》,载《农业考古》,1976(1),413~425页。

农业工具的制造、使用以及对它的不断改进，是促进农业生产的关键因素之一。原始社会时期，各个文化区域的人们都有自己的农业生产工具，从各地发现的农业工具可以看出原始社会时期各民族先民的农业技术情况。农业工具包括石器、骨器、蚌器和木器等不同的质料。常见的有石铲、石斧、石锛、石锄、石刀、石镰、骨刀、骨镰、骨耜、蚌刀、蚌镰等。例如，河姆渡遗址中的骨耜颇有代表性，在第四层中就有76件。① 山东大汶口文化的典型农具有扁薄宽刃带孔的石铲和扁薄窄刃长形带孔石锄，及扁圆体长形的石锄等。② 青海柳湾墓葬中石斧、石锛、石刀的数量较大，还出土了带有木柄的石斧。③ 南方则以有段石斧和石锛为代表。河姆渡、大汶口以及其他一些遗址都出土有各类装柄农具。出土的农具表明，在原始社会中期，东夷、百越、戎羌等许多民族的先民都已进入了锄耕种植的阶段，尤其是河姆渡遗址发现大量骨耜，说明河姆渡人已进入了"耜耕农业"时期。红山文化常见石耜，龙山文化中也有木耜。到了原始社会晚期，在江浙一带又出现了"犁形器"或"石犁"，说明越人已进入了犁耕阶段。④ 由于栽种稻的需要，南方一些民族已有了排水、灌溉等水田技术。

农业的发展促进了畜牧业的进步，原始社会时期在中原以外的广大地区有不少部族在家畜饲养方面有突出的成就，狗、猪、羊、牛、马、鸡等六畜很早就被人们驯化和饲养，还掌握了家畜的某些生理特点。北辛文化、大汶口文化遗址中都有大

① 浙江省文管会等：《河姆渡发现原始社会重要遗址》。

② 石兴邦：《试论大汶口文化及其有关问题》，载《山东史前文化论文集》，177～195页，齐鲁书社，1986。

③ 青海省文管处考古队：《青海柳湾》，文物出版社，1984。

④ 牟永抗、宋兆麟：《江浙的石犁和破土器——试论我国犁耕的起源》，载《农业考古》，1981(2)，75～84页。

量的猪骨以及陶猪等被发现，随葬品中有许多猪头、猪下颌，可见东夷民族的养猪业十分发达。河姆渡遗址中出土48种动物的遗骨，包括家猪、家狗和水牛等家畜，还有陶猪模型出土。邱城遗址也有陶猪出土。养猪在新石器时代极为普遍，东北、西北、山东、华南和西藏等都有猪。猪的驯化和饲养业是许多民族的祖先共同发展起来的。

二、建筑与工程技术的兴起

随着农业的发展，制陶技术的不断提高，人们开始逐渐定居下来了，建筑住宅，于是产生了建筑术。后来又发展建造了原始的宫殿和城池，同时出现了大型墓葬和祭台等建筑。在这个过程中发明了各种建筑技术。

住宅建筑是最早的建筑工程。我国在原始社会时期的建筑大致可分为两大系统，即北方各民族由穴居发展而成半穴居、地面房屋和窑洞；南方各族由巢居发展而成木结构干栏建筑。二者的分布范围虽不是绝对的，如南方也有土石结构的住宅，但大体上，在北方房屋主要有半穴居式和地面建筑两种，从平面基址上看有方形、长方形和圆形几类；南方的干栏式也有各种不同的形式，但基本上可分为高干栏式和低干栏式两类。考古发掘获得了不少房屋模型和房屋遗存，为研究古代建筑术提供了依据。例如在河姆渡遗址的木结构建筑遗迹，黄河上游的大地湾建筑遗址、马家窑文化的居屋、西藏昌都卡若的建筑遗迹、云南大墩子和石寨山的建筑遗迹，等等，都充分反映了少数民族先民在原始社会时期的建筑水平。现在选河姆渡和卡若两个例子来说明。

河姆渡遗址的2、3、4层都发现了木结构建筑遗迹，干栏式建筑和榫卯结构是其明显的特点。其中榫卯结构有的带凸字形的方榫、圆榫，有的凿出长方形或圆形的卯眼，有的在一个构件

上既带有凸榫，在它的另一侧又凿有卯眼，等等。[①] 西藏昌都卡若文化遗址发现了大量的建筑遗存，在1 800平方米的发掘地中，建筑遗存十分密集，上下重叠，左右相伴，共发掘出房屋基址28座。按房基剖面形状的不同，可分为圆底房屋、半地穴式房屋和地面房屋3种类型。每一类按其平面，又有圆形和方形之别。在房基内发现有柱础和柱洞。根据复原研究[②]，房屋结构有窝棚式、窝棚构架式、井干式、梁柱式、碉房式、擎檐碉房式。墙体构造分为木骨泥墙、板筑墙、石砌墙。房屋内部经过防潮处理。

在原始社会晚期，出现了原始宫殿，它是原始国家的象征，对建筑技术的要求也较高。甘肃秦安大地湾第901号房基是一个典型例子。这座原始宫殿的殿基由"主室、东西侧室、后室和房前附属建筑"5个部分组成，以主室为中心，前后左右相配，总平面构成"十"字形的基地。主室平面呈长方形，"东西中轴线长16米，南北中轴线长8米"，长宽比为2∶1。根据发掘过程对遗迹的观察，复原砌筑顺序应是：先平地压实，再定线，安置青石板柱础、立柱、架梁，然后砌墙、铺设屋面，最后是对室内居住面的加工与装修。居住面上先铺10～15厘米厚的草泥烧土块，再铺15～20厘米厚的人造轻骨料与胶结材料，搅拌以砂粒、小石子的混合层，抗压力相当于现在的100号水泥，最后抹平、打亮。墙体的砌法是利用木骨、篱笆、敷草泥，分层夹筑，内壁表层用胶结材料(原始水泥)抹平打光，质地坚实，呈青灰色。前后墙各立明柱8根，一半镶在墙内，一半露在墙外，并经泥抹，与墙密合成整体。室内还设有"顶梁柱"，且经过后世称之为"包镶法"的装修。室内有灶台址，正门外加门篷，相当于后世的抱厦。正门东西侧

① 浙江省文管会等：《河姆渡发现原始社会重要遗址》。

② 西藏自治区文物管理委员会等：《昌都卡若》第三章，文物出版社，1985；江道元：《西藏卡若文化的居住建筑初探》，载《西藏研究》，1982(3)，103～118页。

各有便门，东西墙的偏后各有侧门，与侧室相通。主室后墙又与后室相通。主室前面为路土面，有青石块柱础一排，柱洞两排，是附属建筑的遗迹。① 这座原始宫殿的建筑布局，可简单地用双勾"十"字纹"中"形表示。这种图案在甘青地区的彩陶器上大量见到。此类建筑与后世的明堂制度极类似。据《礼记·月令》，明堂平面可简单地表示为图 1.1.1.1 的形状。此种"八角星纹"图形在马家窑文化、小河沿文化、大汶口文化、青莲岗文化、大溪文化中均可见到。可见在周边少数民族地区，这种"神圣的八角星王宫"在原始社会晚期较为流行。

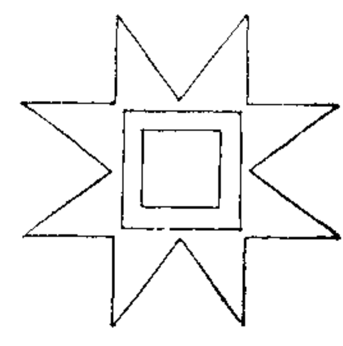


图 1.1.1.1　八角星纹

大型祭祀遗址的发现也是建筑史上的大事。在红山文化遗址中发现了两处祭祀遗址，一处在辽宁喀左县东山嘴，一处在辽宁凌源和建平交界的牛河梁。东山嘴遗址南北长 60 米，东西宽 40 米，包括中心、两翼和前后两端等部分。中心部分是由石墙围成的长方形基址，内部有三处石堆。两翼部分和前后部分有石墙基、石圈形台址、多圆形石基址、石堆等遗迹。整个遗址呈南北轴线对称分布。② 牛河梁遗址在一个山丘顶部的"平台"前，南北最

① 甘肃省文物工作队：《甘肃秦安大地湾 901 号房址发掘简报》，载《文物》，1986(2)，1～12 页；赵建龙、阎渭清：《关于大地湾 F901 房基的几点认识》，载《考古与文物》，1990(5)，70～74 页。

② 郭大顺、张克举：《辽宁省喀左县东山嘴红山文化建筑群址发掘简报》，载《文物》，1984(11)，1～11 页。

长处175米，东西约159米。台上设“女神庙”，包括一个多室及一个单室两组建筑。梁的边缘有石墙，发掘得最长有85米。[①]祭台建筑反映了石砌建筑的发展情况，石砌建筑在卡若遗址中也有，除房屋外，还有石子路两处、石墙三段、圆石台两处、石围圈二座。[②]龙山文化时期出现了古城遗址，内蒙古包头阿善和凉城老虎山及夏家店下层文化遗址等处均发现了石砌围墙址。[③]积石冢也是石砌建筑。

原始社会时期的建筑遗址的大量发现，反映了各少数民族先民的原始建筑技术水平，他们在建筑址的选择、防潮技术、建筑工艺及对力学结构的认识等方面都取得了一定的成就。各类榫卯结构的应用，柱、梁结构的出现和发展，明暗柱础、合成柱的使用，还有石砌技术，等等，都反映了建筑技术和工艺的不断进步和水平的提高。在房屋装修和防潮技术方面，铺垫烧土、烧烤地面和墙壁、夯打墙基、涂抹草泥、敷施白灰面、人工轻骨料和原始混凝土的使用，都是建筑史上的重要内容。

三、原始手工业与技术

各民族先民在陶器制造、纺织术、工具加工和制造、各种饰物的制作、酿酒、冶铜、造船等各个方面的技术在此时已产生和略有发展，为后来科学技术的发展奠定了基础。

1. 最重要的发明——制造陶器

制造陶器是新石器时代最重要的发明之一。陶器在新石器文化中占重要地位。各个文化区域、各个民族都发明或学会了制

① 辽宁省文物考古研究所：《辽宁牛河梁红山文化“女神庙”与积石冢群发掘简报》，载《文物》，1986(8)，1～17页。

② 西藏自治区文管会等：《昌都卡若》第三章，文物出版社，1985。

③ 曲英杰：《论龙山文化时期古城址》，见《中国原始文化论集》，267～280页，文物出版社，1989。

造陶器技术，因而新石器时代的陶器遍布于所有新石器遗址中。虽然制陶技术在不同地区和不同部族中的发展是不平衡的，尤其是器形和器物组合区别十分明显，但是从工艺和技术的角度看，各部族或先或后差不多都掌握了制陶的基本技术和工艺。限于篇幅，这里不可能具体介绍各民族、各地区的陶器的具体特点，只能从整体上予以概要的说明。

陶器的器形千差万别，色彩和饰纹变化万千，各具特色。从质料上看，有泥质和加有羼和料两类。羼和料包括炭、蚌、砂等。从陶土的选择到陶器的烧制是一系列物理和化学综合应用的过程，不同的质料、不同的烧制温度和窑内条件产生不同色泽、不同质量的陶器。制作程序主要有：陶土的使用、陶坯成形、装饰、烧制等。

起初，陶土是不加淘洗的，土内含有一些杂质和颗粒。后来学会了淘洗，根据需要洗去杂质，使土质变细。为了防止碎裂，改变色彩，提高质量，又在土中加入砂、蚌粉、炭化物等羼和料，从而形成了夹砂陶、夹蚌陶等。选用高岭土制造“白陶”是一个重大的进步。陶坯早期是手制的，后来又发展成轮制。手制法分为泥条盘筑和捏塑法两种。泥条盘筑是先将泥料做成泥饼和泥条，再把泥条围绕泥饼边缘盘筑成形。捏塑是直接用手捏出器形。为了使陶器定形规整，提高致密度，防止空隙和开裂等，还要对制好的坯体进行拍打、刮削、抹平及磨光等工艺处理。慢轮的使用，是制陶上的又一次重大进步，它是对坯体进行修整和装饰的有效工具。快轮的出现，则是陶器手工业专门化、生产力水平大大提高的标志。用快轮拉坯制作，不仅提高了功效，而且使产品质量有了明显的改善。装饰也是制陶工艺中重要的一环，包括加饰各色彩衣，刻画绘饰图案符号等过程。最后是烧制。不同的火候、温度对陶器的影响也不同。修筑陶窑和控制温度，特别是升温，

都是十分重要的。有的陶器的烧制温度高达1 000多度,需要有鼓风设备。

值得注意的是,我国最早的细石器时期陶器见于黑龙江昂昂溪遗址,是少数民族先民所制造。龙山文化的蛋壳陶工艺是制陶史上极为重要的发明,也与少数民族密不可分。南方民族的印纹陶颇具特色。陶器的出现是人类向文明迈进的最为宝贵的一步,它不仅利用了火、泥土等自然物,而且改变了自然物的形态和性质,塑造出了空腔器物。陶器极大地改善了人类的谋生手段,是各民族共同取得的成就。

2. 重要的成就——纺织技术的产生和发展

纺织技术的出现和发展,是原始手工业中的又一项重要成就。考古资料表明,原始纺织技术已为各少数民族先民所掌握,在许多新石器遗址中都出现了原始的纺织器具——纺轮。例如,在青海柳湾,出土了石纺轮和陶纺轮。其中半山类型墓地有石纺轮33件,陶纺轮69件;马厂类型墓中有石纺轮29件,陶纺轮193件;齐家文化类型中有石纺轮11件,陶纺轮53件。[①]与纺织相关的还有各种骨针、陶球、石球等。在河姆渡遗址中出土了一些木质工具,"根据民族学资料的有关部门的初步分析,可能和纺织有关,如刀、匕、小棒等,有的用作机刀,有的用于绕线,它们和陶纺轮、骨针、管状针、'织网器'等应该都是纺织工具"。[②]这说明在纺织工具上有了新的突破,出现了原始的纺织机。原始社会时期所用纺织材料主要有野生麻类和其他植物纤维,还有动物毛毳等。到了晚期,已开始利用蚕丝,浙江钱山漾遗址中曾出

① 青海省文物管理处考古队等:《青海柳湾》,28、93～94、198～199页,文物出版社,1984。

② 浙江省文管会等:《河姆渡发现原始社会重要遗址》,载《文物》,1976(8),6～14页。

土了距今5 000年左右的苎布和丝带、绢片[1]，江苏草鞋山遗址出土了约6 000年前的纤维织物[2]，都是古越人先民纺织技术的反映。印纹陶器上也出现了织物印纹，这从另一侧面说明了当时纺织术的情况。新石器时代后期，男女已有分工，纺织主要为妇女承担，纺轮等主要出土于妇女墓即是证明。

3. 复杂的复合工具、金属工具的制造

制造工具是人类与动物的根本区别。原始社会的工具主要是石器、骨器、角器、木器和陶器。按用途可分为生产工具和生活用器两类。主要的工具有：锄、铲、刀、镰、锛、斧、锤、耜、鱼钩、凿、锥、针、矛、镞、纺轮、球、各类器皿、磨盘、磨棒等。在制作这些工具和器物时，必须应用较多的技术手段，最主要的有：穿孔、切割、装柄、镂刻、镶嵌、研磨，等等。例如穿孔方法有琢穿、管穿、钻穿、旋穿等几种。用于穿孔的工具有锥、凿、针、刀等。在南北各地都有大量带孔的石器、骨器等出现，如带孔石锄、石刀、石镰、石斧、石锛等农业工具。装柄工具的出现，说明复合工具已走上了历史舞台，在一些遗址中出土了带柄工具实物，还有一些有柄工具图像见于陶器上。装柄工具的类型很多，装柄方法也多种多样。通过装柄改进了生产技术和手段，利用各种物理原理提高了功效，增大了劳动效力。[3]

原始社会后期，冶铜也已开始。红铜器的出土地点在南北方均有，还出土了冶铜的坩埚。另外，造船术也出现了，出土

① 浙江省文管会：《吴兴钱山漾遗址第一、二次发掘报告》，载《考古学报》，1960(2)。

② 南京博物院：《江苏吴县草鞋山遗址》，见《文物资料丛刊》第3辑，1～24页，文物出版社，1980。

③ 佟柱臣：《中国新石器时代复合工具的研究》，见《中国原始文化论集》，345～370页，文物出版社，1989。

物中有木桨等工具。酿酒术在新石器时代已开始，属于大汶口文化的陵阳河、大朱村遗址出土的陶尊“文字”中，已有了滤酒的图形文字和酒神的图形文字，同时还出土有滤酒缸、盛酒瓮等器物，反映了大汶口人的酿酒技术。[1]在龙山文化遗址出土了大量酒器，说明饮酒已较普遍。[2]

四、自然科学知识的萌芽

在与自然的斗争中，各民族先民都获得了一些自然科学知识，他们在天文气象、数学、物理、化学、医学等方面都有一定的体会和认识。

农业的发展，植物栽培，家畜驯养，都要求有一定的天文气象知识。必须掌握了植物生长规律、野生动物和家畜的发情期和生育期、鸟类迁徙和鱼类的汛期，等等，才能使农牧渔猎各业得到顺利发展。各民族先民创造了物候记时、以物候命名天象等记时记历方法，并掌握了四季变化规律和原始历法知识。以下举例说明。

属于内蒙古赵宝沟文化的敖汉旗小山遗址中出土的陶尊，腹部绘有一组由三个动物形——猪形首、鹿形首和鸟形首——和一个蚌形组成的图案。[3] 这是一幅“观象授时图”[4]，反映了人们对风、云、雨、雪、四季变化、日、月、星辰及春天到来、鱼雁回巢、万物始生等天文和气象现象的知识的认识，同时也反映了对“风去云来”、“兴云布雨”、“鹿鸣开春”、“风调雨顺”、“雨过天晴”

---

① 王树明：《谈陵阳河与大朱村出土的陶尊“文字”》，载《山东史前文化论文集》，249～308页，齐鲁书社，1986。

② 方扬：《我国酿酒当始于龙山文化》，载《考古》，1964(2)，94～97页。

③ 中国社会科学院考古研究所内蒙古工作队：《内蒙古敖汉旗小山遗址》，载《考古》，1987(6)，489页及图12、图14。

④ 陆思贤：《漫谈内蒙古草原的“原始中华龙”》，见《人民日报》(海外版)第7版，1988-03-08。

等美好事物的向往。这是北方民族文化的组成部分。

在大汶口文化遗址的图形文字中，也反映了人们的天文历法观念。最著名的图形文字是 和 等。尽管对此二字的具体字形认识还不统一，如有人认为是“炟”和“炅”字[①]，也有人释为“春”字[②]，但都是基于同样的天文背景来解释的。根据出土地点的地形环境和图形意义，这两个字形说明了东部民族先民对四季变化，特别是日出方位的观察，已有长久的历史。他们对春分、夏至等节气已有了认识和测定，可见已有了原始历法。有些民族先民还会利用图腾柱来测定太阳的方位。

关于古天象的记录，是少数民族先民的又一成就。其中典型的例子是1977年在内蒙古翁牛特旗解放营子乡南沟村的石棚山第52号墓出土陶罐上的图案，包括3组共6个字形和一个山石形图案。[③] 这些文字图案构成了一个完整的陨石从天而降的记录材料，可解释为：天穹突然爆炸，打了一个大雷，光芒普照，隆隆之声回旋不绝，掉下来一块莫大的山石，由燕子（玄鸟）背负安置在这片田野上。这是天神（帝）命令燕子飞举到地面上留下的神物。虽然充满了神话色彩，但无疑应是关于陨石从天而降的记录。

在数学方面，原始的记数法和数字符号、几何知识等都可以在出土文物中得到印证。原始社会时期，十进制记数法已经被许多民族的先民所采用，并有了刻画记数的符号。在青海乐都柳湾出土了一些骨片，有三角形、梯形和长方形等多种类型。在长方

---

① 王树明：《谈陵阳河与大朱村出土的陶尊“文字”》，见《山东史前文化论文集》，249～308页，齐鲁书社，1986。

② 杜升云：《西戎和东夷民族的天文学知识》，见《中国少数民族科技史研究》第二辑，72～79页，内蒙古人民出版社，1988。

③ 李恭笃：《昭乌达盟石棚山考古新发现》，载《文物》，1982(3)，31～36页。

形骨片的边上刻有齿槽，齿数1至6个不等，有的在面上还刻有十字形划纹。这些骨片大小差不多，长约2～2.4厘米，宽约0.5～1厘米。半山类型和马厂类型加在一起至少有60多片。[①]经研究得知这些骨片是用于记数和运算的工具。[②]此外，在青海柳湾、上海马桥、山东城子崖出土的陶器上刻画有数目字符号，并表现出了十进制的特征。[③]

几何观念的形成和几何图像的出现，表明人们已有了较为丰富的几何知识。大量陶器图纹和器物本身说明原始社会时期已有了柱、台、锥、长方体、球、空心球、圆、三角形、长方形、梯形、平行线、直线、菱形、垂直等各类几何观念。

在实践中，还体现出了人们对理化知识也有了一定的认识。杠杆原理、力臂与力的关系、尖劈原理、简单能量转化关系、三角形稳定性、旋转惯性、弹性、浮力等都在制造工具和实际中得到应用。在陶器制造、酿酒、炼铜、染色等活动中，还应用了不少化学知识。在空心陶球的制作过程中，一般在球上镂刻一些孔，这些孔除了其他意义外，还有防爆的目的。[④] 原始社会时期，人们在医学、地质等方面也获得一些知识，如出现了水井，使饮水源得到保护。

总之，在原始社会时期，中原地区四周是少数民族先民的活动地区，他们在战天斗地的长期实践中，认识到了许多科技知

---

① 马厂类型共48片，半山类型原报告说骨片总数共172片，长方形的有刻口的未说明数量，从图版37看至少有18片。《青海柳湾》，51、169页。

② 李迪：《中国数学史简编》，5页，辽宁人民出版社，1984；张定邦：《青海远古的记数》，见《中国少数民族科技史研究》第五辑，34～43页，内蒙古人民出版社，1990。

③ 李迪：《中国数学史简编》，第一章第一节。

④ 李文杰、黄素英：《大溪文化的制陶工艺》，见《中国原始文化论集》，400～472页，文物出版社，1989。

识、发明了一系列技术，共同谱写了中华文明的第一页。

（陆思贤、郭世荣）

第二节　百越的科技文化

百越，又称越族或古越人。这是对古代南方和东南地区的一个民族系的泛称，包括句吴、于越、东瓯、闽越、南海、南越、西瓯、骆越、滇越、山越及其他一些支系。今江苏、安徽、上海、浙江、江西、福建、台湾、广东、广西、海南，还有湖南及云贵高原的部分地区都曾是百越民族聚居或活动的地区。学术界普遍认为几何印纹陶器和有段石锛（或有肩石器）是百越民族文化的特征。这种文化遗迹遍布于古越人活动的广大地区，河姆渡遗址也是其中之一。古越人主要活动于商周至秦汉时期。春秋战国时崛起于长江下游的吴国和越国就是由句越和于越建立的。汉代以后，越这个名称已不常见，渐渐退出了历史舞台。百越各族系的科技水平不平衡，发展有先有后，水平有高有低。与黄河流域的夏商周文化相比，越文化的兴盛时期略晚一些。到春秋战国时，吴越的科技水平已不落后于中原地区，在某些方面还处于领先地位。百越民族对中华文明做出了突出贡献，在科技方面取得了许多成就。这一节将主要介绍商至战国时期百越民族的科技文化。

一、农业技术

1. 以稻作为主的栽培业

百越的农业和渔猎业具有悠久的历史。考古发现表明，古越人及其先民的农业较发达。百越的农业有明显的特点，如果说黄河流域的农业是以粟作为文化特征，那么稻作文化就是百越民族的农业特征。河姆渡遗址反映了越族先民在石器时代的农业生产已很发达，他们种稻，实行锄耕，有较为复杂的农具。大量的出土物说明，百越民族的先民在新石器晚期已使用石犁。犁耕产

生于原始社会晚期，年代大约相当于商代同时的江西清江“吴城文化”遗址及与商和东周同时期的长江下游的“湖熟文化”遗址中出土的大批农业工具，如吴城文化中的石斧、石锛、有段石锛、石刀、石镰、铜刀，湖熟文化中的有肩石斧、有段石锛、石镰、青铜鱼钩等。[①]这些器具的发现，对于帮助我们了解百越的农业有重要的参考价值。到了春秋战国时，吴、越之地的农业有了长足的进步，发展十分迅速。吴越两国崛起正是农业大发展的结果。在吴国，大量使用青铜农具，扩大农田面积，种植水稻和其他农作物，使其粮食产量有很大的提高，达到了“民人殷富”[②]、“禾稼登熟”[③]的程度，吴国的贮粮仓周达一里八步。[④]在越国，勾践曾“身自耕作，夫人自织”[⑤]，号令国人大力发展农业。秦汉时，百越的农业发展更为迅速。

古越人栽培的农作物品种很多，包括稻、黍、粱（稷）、粟、麦、豇赤豆、大豆等粮食作物，还有葫芦、藕、菱莼、荸荠、慈姑、茭白、甘薯、芋等蔬菜，也栽种一些油料和经济作物。[⑥]古越人如此广泛地种植各种农作物，说明他们在农作物的培育、栽培和田间管理等多方面的知识和技能已经达到了一定的程度，同时也反映出他们对农业气象、农业节令都有了相当高的认识。

稻的栽培在百越地区最为普遍和流行。越人被认为是历史上最早栽培稻谷的民族。[⑦]远自河姆渡时，古越人的先民就广泛

---

① 北京大学历史系考古教研室商周组：《商周考古》，136～143 页，文物出版社，1979。

② 赵晔：《吴越春秋・吴太伯传》。

③④ 袁康、吴平辑录，乐祖谋点校：《越绝书》卷 10，卷 2，上海古籍出版社，1985。

⑤ 《史记》卷 41，《越王勾践世家第十一》。

⑥ 蒋炳钊等：《百越民族文化》，131、151 页，学林出版社，1988。

⑦ 李昆声：《百越——我国稻谷的最早栽培者》，载《云南博物馆纪念成立三十周年文集》，1981，88～94 页。

种植稻。考古工作发现了十几处含有稻谷的百越先民遗址。商周直到秦汉时,百越地区对水稻的种植在其先民的基础上有了很大的提高。吴越之地的自然环境,比较适合于种水稻。他们种植的稻有籼稻和粳稻等不同的品种,产量也相当高。句吴和于越之间曾有借还稻谷"成石"的事例[①],吴越的稻作生产由此可见一斑。在浙江定海县蓬莱新村曾出土了炭化稻谷遗存,且有籼、粳两个品种。[②] 在福建等地区也发现了有稻谷遗存的文化遗址[③],说明这些地区也种稻。在云南的剑川铜石并用文化遗址中也发现了粳稻。[④] 剑川遗址的时间相当于商代,它具有"干栏"建筑[⑤] 等越民族的文化特征,与滇越人有联系。

2. 种类齐全的农业工具

古越人的农业工具因时间、地区、族系的不同而有所区别。从总体上讲,百越民族在商到战国时期的农具基本上是从青铜器、石器并用向青铜器和铁器过渡的过程,其中以句吴和于越最为发达。在百越各地区出土的农具很多[⑥],商周时代的农具主要有犁、锄、镰、镬、铲、锸、铚、耨、锛、斧等。从质料上看早期是青铜农具和石器,晚期出现了若干铁农具,例如,越国境内的铁锄、铁镰、铁镬等[⑦],又如,广东始兴县白石坪出土战国时的铁口锄。[⑧] 农具的种类很多,从耕作功能上分,有犁等翻土工具,有中耕除草的锄等工具,有收割的镰刀等,还有砍伐工具斧等。种类

① 赵晔:《吴越春秋·勾践阴谋外传》。

② 王和平:《浙江定海县蓬莱新村出土战国稻谷》,载《农业考古》,1984(2),294~295页。

③⑥ 蒋炳钊等:《百越民族文化》,75~129、134页,学林出版社,1988。

④ 诸宝楚:《云南水稻栽培的起源问题》,载《学术研究》,1962(4)。

⑤ 江应梁:《傣族史》,88页,四川民族出版社,1983。

⑦ 沈作霖:《古代越国的农耕工具》,载《农业考古》,1984(2),100~103页。

⑧ 莫稚:《广东始兴白石坪山战国遗址》,载《考古》,1963(4),217~220页。

众多的农具反映了百越民族已经有了较完整的、系统的农业生产技术,特别是句吴和于越地区的农业技术已达到了相当高的水平。但"火犁水耨"的生产方式并没有完全消逝,直到汉唐仍有使用者。

3. 具有规模的畜养业

百越民族的家禽家畜饲养也是农业的一个组成部分,他们驯化并饲养的家畜家禽主要有牛、马、猪、狗、羊、鸡、鸭、鹅等等。有些家畜家禽被百越民族饲养的历史很早,可以上溯到新石器时代的百越先民。吴国和越国时对家禽家畜的饲养比较重视,开设了专门的牧场。例如,养鸡场有吴王的"鸡陂"、越国的"鸡山",养鸭场有"鸭城",养猪有"猪坟"、"豕山"及"豨苍",养马场有"豆园",还有"牛宫","畜牛、羊、豕、鸡也"。这表明吴、越之地的家禽家畜饲养已经具有相当大的规模,而且是分类群养的。越国在和吴国打仗时专门设畜牧场为兵士提供肉食,如"鸡山、豕山者,勾践以畜鸡、豕,将伐吴以食士也"。①

4. 发达的渔猎

百越的渔猎和农业并存,渔猎在早期占的比重较大,以后逐渐向农业过渡。考古和文字资料表明,百越的渔猎较发达。在百越及其先民的遗址中出土了大量的渔猎工具,如镞、矛、弓、箭、弹丸、锛、鱼钩等,还有各种动物和鱼类遗骨。关于百越民族的渔业的文字资料也不少。② 吴越已有了淡水渔场。

二、纺织技术

纺织是百越民族最古老的手工业技术之一。在新石器时代的百越先民遗址中曾出土大批纺织工具,还有若干织品出土。除

① 《越绝书》卷8,《越绝外传记地传》,61页,上海古籍出版社,1985。

② 蒋炳钊等:《百越民族文化》,165页,学林出版社,1988。

了陶纺轮等原始纺织工具外，古越人先民在新石器时代已经发明了纺织机，出土的实物有纺织机上的木制打纬刀、绕纱棒、引纱用的管状骨针、打纬用的骨刀和陶制纺砖等，还有丝、麻品出土。及至商周时代，百越民族的纺织技术有了很大的发展，纺织已成为重要经济部门。蚕桑业和纤维植物的种植已较普遍。越人居住的江浙地区一直是我国纺织业的重要基地。

春秋战国时吴、越两国农业经济的发展促进了纺织业的进步。越王勾践在发展越国的纺织技术方面曾下了很大功夫，他为了和吴国决战，不仅"身自耕作，夫人自织"，而且"使国中男女入山采葛"，"使越女织治葛布"，并广泛种植大麻。[1] 越国的纺织业因而有了很大的提高，产量大增，致使越国有能力一次向吴王夫差献葛布达10万匹之巨，而且葛布在列国中颇有名声。吴国的纺织同样也很发达，他们常用布匹等赠送其他邻国。闽越、于越、南越等民族的纺织也有较大进步。

百越的纺织技术表现在多方面，他们不仅能够织出各种不同品种、不同质料的产品，而且继承了其先民的传统，使用纺织机械。春秋战国时已有相当细的工艺流程。当时越人的织布材料有葛、大麻、棉花、蚕丝、苧麻等，纺织品有棉布、丝绸、绢、荃、葛、纱等。1978年，在福建武夷山西北部莲花峰西侧的白岩崖洞墓中发现了一些纺织品碎片，这对于了解古越人的纺织技术具有重要意义。白岩崖洞墓中的纺织品有大麻、苧麻、丝绸和木棉布等不同质料，其中，有一块青灰色棉布，因其历史久远而尤为珍贵。这些纺织品均为平纹组织，且有不同的颜色。"大麻布三例，S或Z拈向，色泽呈棕、土黄、棕黄；苧麻布一例，Z拈向，呈棕色；丝绸一例，无拈，呈烟色；棉布一例，呈青灰色。"据织品纤

---

[1] 《越绝书》卷8，61页，上海古籍出版社，1985。

维分析，麻质量达 15.5 开，丝纤维属于家蚕丝。织物经纬密为 32×19 根/厘米，棉布经纬密 14×14 根/厘米。这些纺织品的年代距今 3 445±150 年[①]，相当于商代。1979 年在江西贵溪崖墓中发现了相当于春秋战国之际的纺织品，有绢、麻布、苎布和印花织物等类别。绢，分深棕色和棕色，平纹组织，无拈，经纱为 60 根/厘米，纬纱为 26 根/厘米；麻布，有黄褐、深棕、浅棕三色，均为平纹组织；苎布，土黄色。土黄苎布和深棕色麻布保存较好，尚有拉力。[②] 这些纺织品说明了古越人具有较高的纺织技术，他们不仅能织出高质量的布来，而且还掌握了染色技术，布的颜色有棕、土黄、棕黄、烟色、青灰、黄褐、深棕、浅棕等多种。贵溪墓的印花织物为双面印有银白色花纹的深棕色苎麻布。印花技术是古越人的一项重要成就，其程序"大致是织物经过煮炼、染色之后，即行整理熨平，再铺贴于平滑坚实又略有弹性的垫板上，然后用型板印花"。[③]

贵溪崖墓出土的大量纺织器材表明在春秋战国时越人的纺织机比以前有了明显的进步，开始使用斜织机织布，它比踞织机有更多优点。在河姆渡遗址中就发现了踞织机上的一些部件。[④] 从踞织机向斜织机的改进和过渡至少在春秋战国时已开始。贵溪崖墓出土的纺织器材可分为两类，第一类是织造前做准备工作的工具，有刮麻具、刮浆板、纺砖、绕线框、绕线板、结纱钉杆、牵经具等；第二类是纺织机的零部件，有打纬刀、挑经刀、引纬

① 福建省博物馆等：《福建崇安武夷山白岩崖洞墓清理简报》，载《文物》，1980(6)，12～17 页。

② 江西省历史博物馆等：《江西贵溪崖墓发掘简报》，载《文物》，1980(11)，1～25 页。

③ 刘诗中等：《贵溪崖墓所反映的武夷山地区古越族的族俗及其文化特征》，载《文物》，1980(11)，26～31 页。

④ 江苏省文管会等：《河姆渡遗址第一期发掘报告》，载《考古学报》，1978(1)。

杆、夹布棍、分绞棒、经纱导辊、卷布导辊、剔纱刀、撑杆、滕子、梭、吊综杆等。[①]

总之,百越民族有良好的纺织技术传统,不仅历史悠久,而且技术水平高超。直到秦汉时越人的纺织品仍很著名。

三、冶金技术

商周时代,中原以青铜文化占主导地位,青铜器具是主要的器具。百越的青铜时代略晚于中原一些,且各支系进入青铜时代的早晚因其发展先后也略有不同。句吴、于越等与中原接触较早的民族进入青铜时代的时间也较早,其他边缘越人则较晚一些。

在江西的吴城文化遗址和长江下游的湖熟文化遗址中都反映了青铜文化的特征。吴城文化遗址出土了一些青铜器物,如礼器、刀、斨、镞等。更重要的是,还出土了35件较大的石范,可辨认的器形有斨、凿、斧、刀、镞等,也有少量可辨明是容器范。这表明吴城文化遗址出土的青铜器绝大多数是在当地用石范铸造的。在长江下游的湖熟文化遗址中,除了有小件青铜工具如镞、鱼钩、刀等之外,还有铜炼渣,表明已有青铜工业。[②]在越人活动的其他地区,如闽越、南越、骆越、西瓯、滇越等越人的活动区内,都发现了商周时期的青铜器具与石范,表明这些地区商周时已进入了青铜时代。至春秋战国时,百越的青铜冶铸技术已达相当高的水平。

百越地区有丰富的矿产资源,是百越青铜冶铸业兴起的基础。百越的铜矿、锡矿、金矿等在史籍上颇多记述。吴越的铜、锡、

① 刘诗中等:《贵溪崖墓所反映的武夷山地区古越族的族俗及其文化特征》,载《文物》,1980(11),26~31页。

② 北京大学历史系考古教研室商周组编著:《商周考古》,136~143页,文物出版社,1979。

金、银在春秋战国时有很高的声誉，《周礼·考工记》赞誉道："吴越之金锡，此美之材也。"《禹贡》记，扬州"厥贡唯金三品"。这里的金即铜，"三品金"即铜、银、金。《越绝书》记越国的冶金基地有姑中山、练塘、锡山、六山等[1]，这都是越国的大型冶金基地，例如："练塘者，勾践时采锡山为炭，称'炭聚'，载从炭渎至练塘，各因事名之，去县五十里。"练塘的燃料是经专门河道"炭渎"从锡山运来的。1960年，在绍兴西施山发现了古冶炼遗址，出土大批青铜器。[2] 可见春秋战国时，吴越等地的采矿和冶炼已有相当的规模，且采矿和冶炼技术已相当成熟了。

百越的青铜器种类颇多，包括农具、兵器和狩猎工具、祭祀用器、礼器、乐器、手工业工具、日用工具等各个方面。其中吴、越的剑最为著名，其铸剑技术居领先地位。吴越有两位杰出的造剑专家，一位是欧冶子，越国人；一位是干将，吴国人，其夫人莫邪也善造剑。欧冶子和干将的冶铸技术十分高超，史称："干将者，吴人也，与欧冶子同师，俱能为剑。"[3] 他们造的剑闻名于天下，著名的如干将、莫邪、毫曹、湛庐、纯钧、胜邪、鱼肠、巨阙、辟闾等，都价值连城。比如，纯钧剑，"有市之乡二，骏马千匹，千户之都二"。[4] 为了争夺欧冶子与干将的宝剑，引发战争的事例也不少。获得他们的宝剑，就当作至宝。《庄子·刻意篇》说："夫有干越之剑者，柙而藏之，不敢用也，宝之至也。"吴越冶炼工厂也很大，有的工厂仅童男童女就有300人。传世或出土的吴越青铜剑数量不少，如吴王夫差剑，越王勾践剑等，有的至今仍完整如新，锋刃锐利。可见，吴越造剑水平之高。在滇池地区出土的青铜剑

① 《越绝书》卷8，上海古籍出版社，1985。
② 浙江省博物馆：《三十年来浙江文物考古工作》，载《文物考古工作三十年》。
③ 赵晔：《吴越春秋》，《阖闾内传》。
④ 《越绝书》卷11，《越绝外传记宝剑》。

应为滇越遗物，最有特色的是一字格剑①，时间较晚，大约是战国至西汉时期。其他地区的越人青铜器也很多，其中最有特色的是骆越、滇越的铜鼓，将在下节介绍。

在冶铸技术上，春秋战国时期百越民族取得了很大成就。首先，在冶炼方面，已能根据不同的铸器需要合成不同成分的青铜，关于锡、铜、铅等金属的含量多少对硬度、熔点的影响有了较深刻的认识。合金成分有铜、锡、铅，有时还有磷、砷等。其次，吴越的铸剑专家已能利用“鎏金”、“金银错”、“刻纹”、“镶嵌”工艺来装饰宝剑。第三，已能制造青铜嵌铸剑，即剑体用两种成分比例不同的青铜嵌铸而成的剑。这种剑利用了不同比例的合金的硬度、脆性等不同的特点，既提高了刃部的坚硬度，又加强了脊部的韧度。

青铜冶铸技术的发达，为冶铁提供了条件。在春秋时，冶铁业也开始在百越的一些地区出现。在江苏六合程桥的两座春秋晚期的吴国古墓中发现了两件铁器：一为残铁条，一为铁弹丸。铁弹丸为白口铁铸件，铁条是由块炼铁锻成的。② 这是我国考古实物中最早的生铁铸件物，表明当时吴国地区已经使用块炼法，并能锻造铁器了。③ 战国时期，冶铁在吴、越及南方越人之地有了新的发展，出现了一些铁工具。在广西平乐银山岭战国晚期墓中出土铁器 81 件，有锄、斧、锛、凿、刮、刀、削等。④

四、建筑及其他

百越的建筑技术虽受到了中原地区等相邻地的影响，但也

---

① 李昆声：《云南考古资料所见百越文化考》，载《云南文物》，1983(14)，41～52 页。

② 北京钢铁学院《中国古代冶金》编写组：《中国古代冶金》，45 页，文物出版社，1978。

③ 北京大学历史系考古专业商周组编著：《商周考古》，236 页。

④ 广西壮族自治区文物工作队：《平乐银山岭战国墓》，载《考古学报》，1978。

有自己的特色。干栏式建筑是百越住屋建筑的一种主要建筑式样。早在新石器时代，越族先民就开始建筑干栏式房屋了。在河姆渡、钱山漾等百越先民的遗址中均发现了干栏式建筑的遗存。在广东、云南、江西、福建等地均有商周至秦汉时代的干栏式建筑遗址或模型被发现。例如，广东高要县茅岗的水上木结构遗址有成片的干栏式木结构建筑群遗存，其范围"长达千米、宽约百米"。[1] 云南剑川海门口、昆明西山小邑村有成排的木柱遗存，很可能是干栏式建筑的遗址。江川、晋宁有青铜铸干栏式建筑模型出土。[2] 江西也有陶屋模型出土。[3] 在百越各地，干栏建筑都较流行，而且影响到其他民族，成为南方的一种主要建筑形式。

干栏式建筑的特征是：房屋离开地面，建在木柱之上，屋脊长于屋檐，正脊略向上翘起。[4] 商周以后，干栏式建筑的房屋有高干栏和低干栏等不同的类型。[5] 高干栏建筑底架距地面较高，下面用于堆什物或围拦家畜，楼上居人。低干栏建筑底架较低，主要作用是防潮、防水。南方多雨潮湿，干栏建筑正是为了适应南方的地理气候条件而发明的。

春秋战国时期，百越的建筑技术有了很大的进步，他们继承了其祖先的建筑传统，并有许多新创造。建筑式样的改进和类型的增多，是建筑技术进步的一个表现。这一时期，百越地区出现

① 广东省博物馆等：《广东高要县茅岗水上木结构建筑遗址》，载《文物》，1983(2)，31～46页。

② 李昆声：《云南考古资料所见百越文化考》，载《云南文物》，1983(14)，43页。

③ 江西省文管会：《江西清江营盘遗址发掘报告》，载《考古》，1960(2)。

④ 安志敏：《"干栏"式建筑的考古研究》，载《考古学报》，1963(2)。

⑤ 林蔚文：《古代东南越人建筑略述》，载《中央民族学院学报》，1985(4)。

了许多城堡、宫殿、台榭、楼阁、亭苑、冢室、厩房、墩台等。[1]句吴和于越的城市建筑比较兴盛，修建了各种城池，城中有各类建筑。《越绝书》和《吴越春秋》中记吴、越两国的城池有几十座，有的城很大，如“吴大城，周四十七里二百一十步二尺。陆门八，其上有楼，水门八……阖闾所造也。吴城周六十八里六十步”。[2]吴越城中有各类建筑。值得注意的是，于越已在龟山上建立了用于观察气象和天文的观察台，称为怪游台（一作游台），“高四十六丈五尺二寸，周五百三十二步”。[3]这是一座很大的天文台。高台建筑也是百越民族的建筑特点之一。湖熟文化遗址已有“台型遗址”。

在建筑艺术上，百越受到了中原先进工艺技术的影响。春秋战国的建筑中不仅已有复杂的结构，而且有了众多的门窗及装饰，并有了较好的雕刻错画的技术。浙江绍兴306号战国墓出土的铜屋模型反映了当时越人的建筑艺术已达到了较高的水准。[4] 该模型为三间三进式，明间略宽于次间，已经体现了纵向轴对称的建筑概念，并注意到了主次关系、通风采光、受力分布等问题，还有图案装饰。

百越是擅长造船的民族。南方江河纵横，湖泊众多，水路畅通，百越的海上交通也甚为发达。句吴、于越的一些城池既开陆门，又设水门，如“吴大城”有水陆门各八。所谓水门就是船只码头，使城市之间有陆路相连，又有水道相通。为了发展水运，吴国于公元前486年开凿了著名的邗沟，起自邗地，经射阳湖至末口，把淮河和长江两大水系联系在一起。这是我国历史上第一条

---

① 蒋炳钊等：《百越民族文化》，215～216页，学林出版社，1988。

②③ 袁康等：《越绝书》卷2，卷8。

④ 浙江省文管会等：《绍兴306号战国墓发掘简报》，载《文物》，1984(1)，10～27页。

大型运河，为后人所称道。百越发达的水路交通，高超的航海技术与他们的造船技术密不可分。

越人惯于习水操舟。越王勾践自称："夫越，性脆且愚，水行而山处，以船为车，以楫为马……越之常性也。"①《吕氏春秋》说："如秦者，立而至，有车也；适越者，坐而至，有舟也。"《淮南子》也说："胡人便于马，越人便于舟。"西周时，句吴已能造长10米的独木舟。到春秋战国时，吴国能够造各种不同形制的大小船只，如，在战船方面有"大翼"、"小翼"、"突冒"、"楼船"、"桥船"等。供君王专乘的则有大船名"余皇"，其大翼长20米左右，宽3.2米左右。于越的造船技术也很高，春秋战国时，有舲、舟、船、楼船、戈船等不同的船只。②勾践曾有随从"死士八千人，戈船三百艘"，又"使楼船卒三千八百人伐松柏以为桴"。③句吴和于越都有专门的修造船工厂。《越绝书》卷8，《记地传》有："舟室者，勾践船宫也。去县五十里。""石塘者，越所辖军船也。塘广六十五步，从三百五十三步。去县四十里。"又卷2有："欐溪城者，阖庐所置船宫也，阖庐所造。"

陶瓷生产是百越的一个重要的手工业部门。在百越各地几乎都发现了陶瓷器，有些地方还发现了烧制陶瓷的窑址。总的来说，百越各地的陶瓷技术都较高，其中尤以东南的句吴、于越、闽越、南越等最为发达，在春秋战国时期居于领先地位。百越各地方出土的陶器主要是几何印纹硬陶和原始青瓷，器形多种多样。已发现了属于百越的烧制窑址多处。其中南京北阴阳营遗址发现了属于湖熟文化的兼烧印纹硬陶和原始青瓷的遗址④；在浙江绍兴富盛发现了战国时期的一个条形斜坡窑床的遗址，是我

①③ 《越绝书》卷8。
② 蒋炳钊等：《百越民族文化》，184页。
④ 曾昭燏、尹焕章：《试论湖熟文化》，载《考古学报》，1959(4)。

国早期的龙窑。[①] 广东增城县西瓜岭一号窑残长 9.8 米，是目前所见最长的一座战国窑址。[②]

百越在与疾病的斗争中，在医学方面也积累了不少经验。其中在针刺方面居于领先地位。1985 年 10 月在广西武鸣县马头乡出土了两枚青铜针，均通长 2.7 厘米，针柄长 2.2 厘米，针身长 0.5 厘米。这是西周晚期到春秋初期骆越人使用的浅刺治疗针具，系我国目前所发现的最早的金属医用针具。[③]《黄帝内经》中讲到"九针"和针刺疗法的起源时指出南方因气候关系，"其病挛痹，其治宜微针，故九针者亦从南方来"。这表明岭南地区对针刺疗法有独特的见解。另外有些地区的越人还有鼻饮的卫生习惯。

百越民族在秦汉时代的科技文化仍很发达，将在以后论及。

（郭世荣）

第三节　铜鼓及其铸造工艺

铜鼓是我国古代少数民族，主要是南方少数民族的器物，分布极广，历史悠久。铜鼓是古代南方少数民族在采矿、冶铸、声学等科技方面的结晶。

这种完全用青铜铸造的乐器，起源于何物，目前众说纷纭，有铜釜说、陶釜说、革鼓说、錞于说、双耳鼓腹陶罐说等。[④] 关于

---

① 绍兴县文管会：《浙江绍兴富盛战国窑址》，载《考古》，1979(3)，231～234 页。

② 文物编辑委员会编：《广东考古结硕果　岭南历史开新篇》，见《文物考古工作三十年》，文物出版社。

③ 钟以林：《壮族先民使用微针考》，见《中国少数民族科技史研究》第四辑，162 页，内蒙古人民出版社，1989。

④ 广西博物馆：《古代铜鼓学术讨论会纪要》，见《古代铜鼓学术讨论会论文集》，1～15 页，文物出版社，1982。

铜鼓的发源地，也有多种说法，归结起来主要有一源说和二源说两种。持一源说的又有两个说法，即越南北部说和云南中部说；持二源说的主张在中国存在两个不同的体系，即云南型和两广型：云南型铜鼓起源于云南中部，两广型铜鼓起源于广西东南和广东西部，以广西玉林地区为中心。关于最早铸造和使用铜鼓的民族问题，人们也有不同看法，而这一问题又与起源的时代有关。

1975年到1976年，在云南省楚雄县万家坝古墓群中出土了铜鼓5面，胴、腰、足三段分明，胴部突出，内收成腰，再外扩成足。其中1号墓1面、23号墓4面。[①] 经C^{14}测定，1号墓的年代为B.C.400±85年，23号墓的年代为B.C.690±90年[②]，前者相当于战国时期，后者相当于春秋前中期，是目前发现的最早的铜鼓。1961年在云南祥云县大波那一座木椁铜棺墓中出土了一面铜鼓，据测定，其年代为B.C.400±75年[③]，为战国时期的遗物。这可以确认是当时在今云贵和两广生活的百越、百濮等民族及其先民制造的铜鼓。

根据不同类型铜鼓的分布范围，许多学者认为，云南型铜鼓传播的总趋势是由西向东，两广型铜鼓则是由东向西。这实际上是二元论的观点，我们在这里不进行讨论。

由于铜鼓在一定程度上反映了南方（特别是云贵和两广地区）少数民族及其先民的古代文明和科技文化，所以本节集中予以讨论。

铜鼓的铸造工艺精湛，在中国冶金史上和铸造史上都达到

① 云南省博物馆文物工作队等：《云南省楚雄县万家坝古墓群发掘简报》，载《文物》，1978(10)，1～11页。

② 北京大学历史系考古专业碳十四实验室：《碳十四年代测定报告(续一)》，载《文物》，1978(10)，75～76页。

③ 中国科学院考古研究所实验室：《放射性碳素测定年代报告(四)》，载《考古》，1977(3)，200～204页。

了较高的水平，下面主要讨论铜鼓的技术问题。

铜鼓由铜合金铸成，其主要成分是铜、锡和铅。奥地利学者黑格尔曾经对北流型等铜鼓进行过化验分析，结果是[①]：

石寨山型和冷水型

含铜 60.82%～71.71%　含铅 14.25%～26.69%

含锡 4.9%～10.88%

北流型和灵山型

含铜 71.15%～79.02%　含铅 7.55%～10.94%

含锡 11.72%～15.44%

麻江型

含铜 73.30%～85.48%　含铅 3.75%～14.80%

含锡 9.19%～17.6%

广西南宁博物馆对馆藏铜鼓抽样化验的数据是[②]：

北流型

含铜 69.30%　　含铅 18.95%　　含锡 11.42%

灵山型

含铜 64.80%　　含铅 20.58%　　含锡 13.50%

冷水冲型

含铜 66.66%　　含铅 22.98%　　含锡 9.90%

麻江型

含铜 75%　　含铅 7%　　含锡 18%

广西壮族自治区博物馆解放后重新抽样化验，其数据是[③]：

北流型

含铜 70.45%　　含铅 16.12%　　含锡 7.01%

含铁 0.69%

灵山型

含铜 68.70%　　含铅 16.00%　　含锡 8.83%

①②③　蒋廷瑜：《铜鼓》，81、83 页，广西人民出版社，1985。

含铁 0.424%

石寨山型

含铜 85.43% 含铅 0.24% 含锡 9.01%

含铁 0.279%

麻江型

含铜 72.66% 含铅 6.90% 含锡 11.91%

含铁 0.91%

云南省博物馆在 1959 年所发表的《云南晋宁石寨山古墓群发掘报告》中提供的化验数据是①：

含铜 82.95% 含铅 0.55% 含锡 16.07%

之后，该博物馆又对大波那铜鼓和万家坝铜鼓做过合金成分分析，其数据是②：

大波那铜鼓

含铜 87.95% 含锡 6.87%

万家坝铜鼓

含铜 95.63% 含锡 4.64%

从以上分析可以看出，铜、锡、铅等原料是铸造铜鼓的前提。

据《汉书·地理志》记载：益州郡俞元"怀山出铜"，律高"西石空山出锡"，贲古"北采山出锡"、"南乌山出锡"，来唯"从独山出铜"，俞元、律高、贲古即今云南中部偏西地区。《新唐书·地理志》说：藤州镡津"有铅"，临贺橘山"有铜冶"，冯乘"有锡冶三"。《桂海虞衡志》说："铜，邕州右江峒所出，掘地数尺即有铜。"因此，广西的东部，也是古代的铜锡产地。这些矿产地与铜鼓的分布恰好是相吻合的。

1966 年，考古工作者在广西北流与容县交界的地方找到了古代的"铜山"，山中有一处古代采矿炼铜的遗址。在山上的黄土

①② 蒋廷瑜：《铜鼓》，82 页。

层中可见到翠蓝色的孔雀石和铜矿渣。经过考古发掘，人们找到了古代的矿井、炼炉、排水沟、灰坑，旁有当时的矿石、炼渣、铜锭和风管。当地矿石的含铜量为2.85%。此种矿石，与木炭一起加热至1 083度时，即可流出铜液来。炼炉为竖形，炉壁由粘土和石英砂等耐火材料砌成，厚4～7厘米，炉底外径40～50厘米，内径36～43厘米。炼炉向山下的一方有流口，宽10～15厘米，口对化铜池。鼓风设备可能是风箱，风管用粘土和谷壳或碎草相拌和制成，外径8～8.5厘米，内径3～3.5厘米。折角处呈四方形，外径9厘米，内径5厘米。风管细的一端插入炉腔。所出的铜锭含铜98.68%，铅0.142%。因这一遗址附近的古代铜鼓分布十分密集，所以这处遗址同古代铸造铜鼓有关。[1]

铜鼓是怎样浇铸的呢？这方面的记载很少。清人屈大钧《广东新语》记述："凡为铜鼓，以红铜为上，黄铜次之。其声在脐，雌雄之脐亦无别，但先炼者为雄，后炼则为雌耳。然诸工不善取音，每铜鼓成，必置酒延铜鼓师。师至，微以药物淬脐及鼓四旁，稍挥冷锤攻之，用力松轻，不过十余锤。雄声洪而亮，雌声清而长，和谐有情，余音含风，若龙吟而啸凤也，广州炼铜鼓师不过十余人，其法绝秘，传于子而不传于女云。"说明铜鼓的制作过程分为铸造与调音两个阶段，而且其制作工艺是保密的。幸运的是，在泰国国家博物馆收藏了一份缅文材料《铜鼓制作法》，该文叙述了缅甸克耶邦用失蜡法铸造西盟型铜鼓的工艺过程，而缅甸的铜鼓铸造技术是500年前由我国广西壮族传出去的，因此，该文对探讨我国铜鼓的铸造工艺有参考价值。

铜鼓的制作要经过制范、熔铸两大工序。

一、制范。铜鼓以泥范法铸造居多，西盟型铜鼓及部分数

---

[1] 蒋廷瑜：《铜鼓》，83页。

耳、蹲蛙等采用失蜡法铸造。这两种铸造方法都需许多制范材料。宋人赵希鹄《洞天清禄集》记述失蜡法用澄泥、纸筋羼合制范。明人宋应星在《天工开物》中提出用三合土、细土及炭末羼合制范。缅文《铜鼓制作法》记录的制范原料为粘土、牛粪和谷壳羼合而成。其背料用 1∶1 的粘土和牛粪羼合，面料用细粘土与碎牛粪或谷壳羼合。失蜡法所用的蜡料为蜂蜡和白蜡。

铸造形体较小或中等的铜鼓工序：在制内范前，先用木料制成小于铜鼓的模型，作为内范的支撑或底衬，在其上敷以泥料。烘烤内范时，木质模型被烧掉，内范硬化。铸造较大的铜鼓，大量铜水浇铸时，热涨力很大。为防内范破碎，而采用实心内范，内嵌骨架。

西盟型铜鼓采用失蜡法铸造，其工序是：在内范上贴蜡，再敷以泥料做成外范，加热蜡化后，则整个鼓范全部制成。泥范法制作内外范的过程是：先用泥料塑成铜鼓的雏形，然后用外范造型刮板制成铜鼓的外形，经过加工平整，自然干燥后，即成泥质模型鼓，在其上撒上干粘土粉作为界砂，敷上面料，再敷背料。待半干后，以两侧对称的垂直面为界，分成 2 块或 4 块，在每块上标上记号，取下后，即制成外范。再将泥模型鼓表面均匀地刮去一层，去掉的厚度即为铜鼓的壁厚，这时，内范制成。

用泥范法铸造时，在外范上制作花纹，采用雕刻、印纹、滚压等方式。用失蜡法铸造时，在蜡型上制作各式花纹，粘合蜡耳及蜡蛙等附件。这一蜡型鼓与铜鼓完全相同，在蜡型外敷以泥料、花纹及蛙等装饰翻印在外范内。

内外范制成后，进行合范，合范是把两片外范罩在内模外面，鼓面外范盖在上面，根据制范时标出的接合记号拼好，合拢在一起。内外范之间需要加入支钉衬垫，为的是保证鼓身各处厚薄均匀。这种垫片需在合范之前粘贴在内范或外范上，还必须避

开主要纹饰。为了在浇铸时不冲开外范，合范时要在外范背部用麻绳捆紧，使之固定，再在外面敷上加固泥层，做出浇铸口。在浇铸大型铜鼓时，还要在地下挖一个大坑，将合范倒嵌在坑内，四周用土拍牢，这样在浇灌时，外范就不会崩裂。

二、熔铸。在浇铸前，需要焙烧预热，焙烧温度为600～800摄氏度。焙烧过程中，泥范内的牛粪及谷壳碳化，泥范硬化，强度提高，这样铜水在型腔中易于流动，使制出来的鼓表面光滑，花纹清晰醒目。

将原料铜、锡、铅按照一定比例配齐混合分别装入若干坩埚里熔炼。当温度上升到1 200～1 500摄氏度时，3种金属全都熔化。浇铸开始，直到溶液流布全范为止，为防止薄壁铸件冷却，要求浇铸的速度很快，不能有任何间歇。此后，鼓即算成形。解脱外范，掏出内范，锯凿掉浇冒口，将垫片痕迹锉磨平整。鼓耳和铜鼓面上的立体装饰物在分铸以后嵌铸或焊接到鼓身上，铜鼓即告铸成。

依据以上对铜鼓铸造工序的分析，将万家坝型M23：161鼓、石寨山型贵县罗泊湾M1：10鼓、北流型101鼓及西盟型孟连1号鼓的合范形式、浇铸系统及铸造工序过程，绘制成如图1.1.3.1～图1.1.3.4[①]（见下页）。　（盖志毅）

---

① 北京钢铁学院冶金史研究室等：《广西、云南铜鼓铸造工艺初探》，见《中国铜鼓研究会第二次学术讨论会论文集》，100、101、102页，文物出版社，1986。

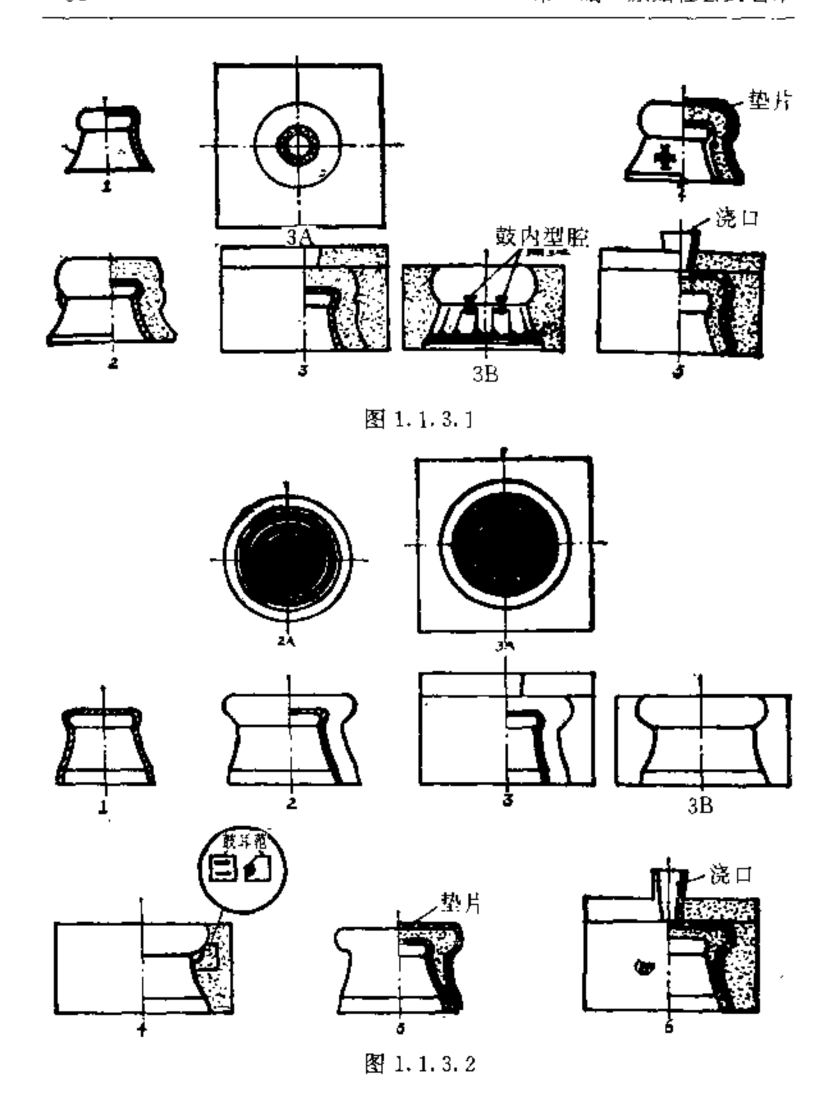


图 1.1.3.1

图 1.1.3.2

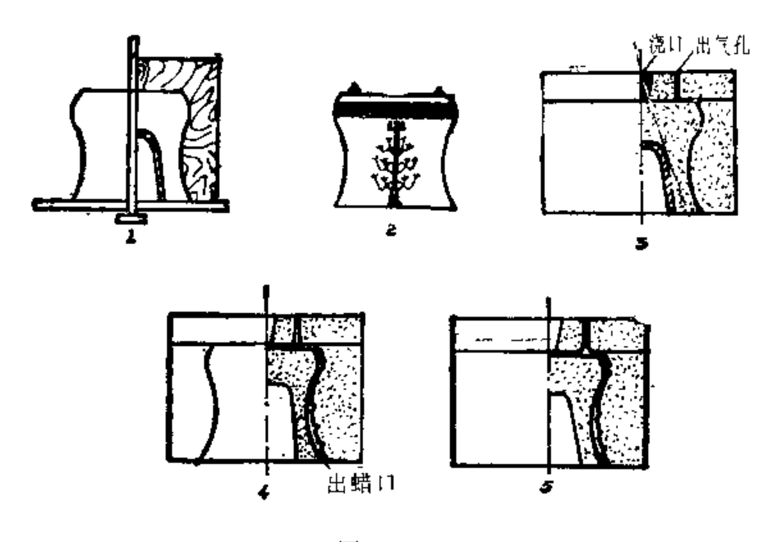


图 1.1.3.3

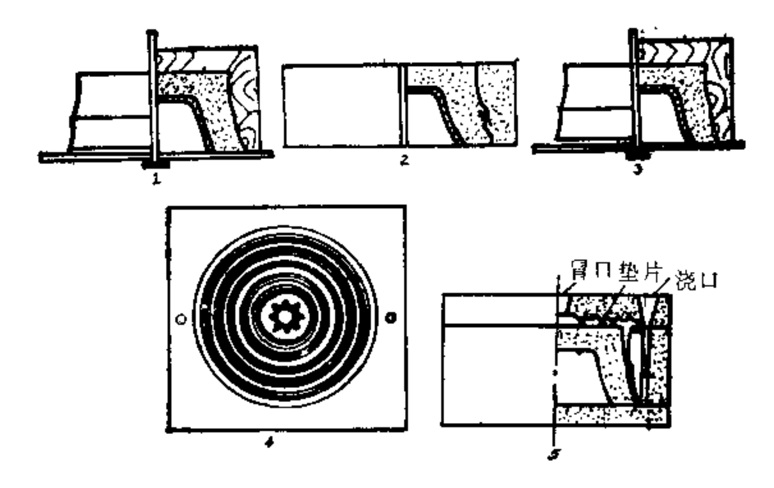


图 1.1.3.4

第二章　秦汉到三国末各民族的科技发展及成就

由秦于公元前221年统一中国，建立中央集权制国家，到三国末(公元265年)，前后486年。在这将近500年中，统一的秦汉时期有400多年，处于割据分裂的三国时期只有40余年。这一历史时期，北方的匈奴族、西北的各民族、南方的蛮族等都比较活跃，有很大发展，在科学技术方面取得了成就。

第一节　匈奴族的科技

匈奴是战国秦汉到魏晋南北朝时期活动于内蒙古草原及中原地区的一个古老民族。在其强盛时期，据有今蒙古国及西伯利亚的大部分地区。战国的史籍已有关于匈奴的记载，在当时匈奴就组成了强大的部落联盟，随后又建立了国家，有自己的国君。但这个民族的形成过程，载籍阙如，因此有关匈奴历史的各个方面，为历来治匈奴史的学者所注意。形成匈奴部落联盟国家的社会经济基础，匈奴民族在科学技术上的创造，应是这些方面重要的内容之一。这里结合历年来出土的匈奴遗迹、遗物，作简略叙述。

一、天象、历法与宇宙观念

人类对于天象的观察起源于采集、狩猎生活的需要。植物的生长、各种动物或兽类的活动，都有明确的季节性。匈奴民族由原始狩猎进入到畜牧时代，赖以生存的是广阔无垠的草原，为此，必须熟悉草类的生长规律，畜类及兽类的生活习性：何时青草发芽？何时畜类、兽类发情？何时接羔？何时进山林打猎？何

时草木凋零？何时兽类潜藏或冬眠？而牧畜也需要转移到向阳避风的山弯去越冬。由此，游牧民族需要观察物候与天象，以预知气候的变化。

在匈奴民族先祖活动的阴山山脉西段狼山中，保存有不少天象岩画，以星团为主，也有画满天星斗之间并夹杂有星神、日神或月神的人面像。[1] 但这些天象资料，被史书记载下来的极少。《史记·天官书》说："昴日旄头，胡星也。"旗杆顶部的毛状装饰叫"旄头"，泛指一切兽头装饰的立杆，实是匈奴民族用于观察天象的图腾柱，用为星名，比拟昴宿星座在天顶上，有至高无上之意。"胡星"是说匈奴民族进行星占时主要是昴宿，是匈奴民族的族星与立国星像。

匈奴民族既然用图腾柱观测天象，则"鄂尔多斯式"青铜器中的许多兽头形装饰品，应有图腾柱的柱头装饰物，如青铜马头、羊头、鹿头、鸟头之类，而匈奴短剑中"触角式"交角的动物形剑首[2]，实是模拟图腾柱的柱头装饰，故匈奴宝刀名"径路"。《史记》"正义"引《括地志》说："径路祠神……本匈奴祭天处。"径路是天神，即匈奴语的图腾神名，是护身神，也是战神，汉语便是"旄头"。匈奴民族对于太阳、月亮的崇拜，本源于用名为径路的图腾柱对于太阳方位与月相变化的观测。《史记·匈奴列传》说："单于朝出营，拜日之始生，夕拜月。"日之始生即太阳冒出地平，今言日出的天象。史载有"单于台"，遗迹在今阴山西段的乌拉山后，实为单于敬日拜月的观象台。在此应树有立杆测影用的图腾柱，即匈奴族的族徽。通过图腾柱观察晷影的变化，太阳方位也被赋予神圣的观念，故《史记·匈奴列传》说："其坐，长左而北

① 盖山林：《阴山岩画》，71 页，图 239～241，文物出版社，1968。
② 田广金：《鄂尔多斯青铜短剑和铜刀》，载《鄂尔多斯文物考古文集》，1981。

乡。"左为东方，即太阳升起的地方。由此，匈奴民族的地域观念，也用方位排列，以单于庭所在为中央，东方为左，西方为右，设左右贤王等二十四长；此二十四长的排列方位虽不得而知，但其数字合于太阳方位四方四隅的倍数。又，冒顿单于围汉高祖于白登，其骑兵作方阵，也寓意了太阳的四个方位，或四方天象。故《史记·匈奴列传》又说："日上戊己。"即以甲乙为东，丙丁为南，戊己为中，庚辛为西，壬癸为北。"日上戊己"者，日中上朝处理政务，时间的分界是太阳在上中天时，图腾柱在地面投影最短的瞬间，今言"中午"或"正午"。这些均说明匈奴民族有自己立杆测影的方法。

上书又说："举事而候星月，月盛壮则攻战，月亏则退兵。"结合单于每日"夕拜月"，说明天象的观察是单于的神职。"单于"一词具有神圣的意义，也因于匈奴单于掌握有一定的天象知识。《汉书·匈奴传》说："单于姓挛鞮氏，其国称之曰撑犁孤涂单于，匈奴谓天为'撑犁'，谓子为'孤涂'。单于者广大之貌也，言其象天单于然也。"如天穹之广大辽阔，也就是"天单于"。"单于"两字是寥廓苍天的形容词，是"宇宙"的总体；借用为名词，是说"匈奴单于"如"天"一样的伟大，故人间也唯有匈奴单于一人独尊，人们都得尊敬他，称他为"撑犁孤涂单于"，直译为"天子单于"。如果用现代通俗的语言表达，可名为"宇宙之子"。匈奴单于既为天子，为宇宙之子，"举事而候星月"，也就是受天之命，向四方扩充用兵，有着囊括宇宙的雄心。

月之盈亏周期构成一个朔望月，按月计年是最古的历法，即阴历。但匈奴民族参望"星月"，是星历与月历参用。《汉书·匈奴传》又说："岁正月，诸长小会单于庭，祠。五月，大会龙城，祭其先、天地、鬼神。秋，马肥，大会蹛林。"单于庭也即龙庭，有龙祠，祠龙星。正月龙星即将出地，庭会祈祷，即《史记·历书》所说的

“昔自在古，历建正作于孟春”。注引《索隐》：“按：古历者，谓黄帝《调历》以前，有《上元太初历》等，皆以建寅为正，谓之孟春也。及颛顼、夏禹，亦以建寅为正。”建寅即祈求苍龙出地，与敖汉旗小山遗址陶尊上的“观象授时图”[1] 内容吻合，说明匈奴民族保留了内蒙古草原上最古的传统历法。“五月，大会龙城”，正当夏至前后，黄昏时龙星在上中天，“祭其先、天地、鬼神”。为首的祭祀龙神。注引《后汉书》说：“匈奴俗，岁有三龙祠，祭天神。”所谓三龙祠，春祭龙星出地，夏祭龙星在天顶上，秋祭龙星没入地平，故《汉书音义》说：“匈奴秋社八月中”，即龙星入地，昴星团昏见东方地平，时当现在中秋节，草原马肥，月色最佳，秋社大会，匈奴骑兵开始出动，“举事而候星月”者，即以昴星团为族星，为行军徽号，“月盛壮则攻战”，进行夜战，即中行说对汉使说的：“候秋熟，以骑驰蹂而稼穑耳。”这是匈奴民族依天象、历法行事的原则，也为后世草原民族所接受。

二、畜牧业与养马术

匈奴民族建立部落联盟国家的基础是畜牧业，征服其他民族的军事力量是骑兵，这是史书上明确记载的。《史记·匈奴列传》说：“儿能骑羊，引弓射鸟鼠；少长，则射狐兔：用为食。士力能弯弓，尽为甲骑。”畜牧业的生产方式决定了马背上的生活，《匈奴列传》又说：“其畜之所多则马、牛、羊，其奇畜则橐驼、驴赢、驮騠、騊駼、驒騱。逐水草迁徙，无城郭常处耕田之业。”马、牛、羊是畜产的基础，骑兵队伍主要靠马的装备，生活资料的肉食主要是羊。匈奴民族在当时有最出色的骑兵队伍，除了人的因素、骑射术的高超之外，养马术、驯马术，也相应有自己的特色。

关于匈奴的马种，从鄂尔多斯式青铜器中的各式马纹饰牌

---

[1] 参见本编第一章第一节。



综合观察，大概是属于畜牧专家们说的"蒙古马"。这种马头大颈粗身体小，缺少高昂的气概，但极其灵活，例如准格尔旗西沟畔战国匈奴墓中出土的马纹金饰牌[①]，有盘屈式、蹲坐式、翻转式等各种姿势，尤其富有动感的翻转式，前蹄蹲卧不动，后蹄向上扭转，似在不停地旋转运动中，有滚马的马术效果，由此知匈奴民族有自己的驯马术。又如西沟畔汉代匈奴墓中，出土有青铜铸马饰 49 件，均作走马式，应表示墓主人有马群[②]；这些青铜马虽缺少奔驰的雄姿，但给人以持久耐劳的感觉，应是畜牧专家们说的蒙古马的优点，能吃苦耐劳，能适应于不同的生存环境。这种马在军用上的优点，以西汉文、景时晁错（公元前 200 年—公元前 154 年）总结的匈奴骑兵术的两大特点为例：一是马的劲健轻逸，在山间小道之中，河谷悬崖之上，能疾速奔驰；二是人的灵巧悍勇，险道倾侧，且驰且射，能随机应变地对付敌人。[③] 这个优点在历代北方民族的骑兵术中始终保持着，即盘山丘陵地的野战，风雪气候的恶战，比之其他优良马种，蒙古马最能胜任，所以，历代长城也主要修筑在沿山丘陵地带，这是军事科学上的总结。另外，"走马"应是训练骑兵术的最基本功。马步稳重，才能疾驰。从鄂尔多斯式马纹饰牌看，走马纹多于奔马纹，也反映驯马以走马为基础。《诗·大雅·緜》说："古公亶父，来朝走马。"走马能长途跋涉，已有久远的历史。在马战中，需要奔马疾驰，但似乎更需要走马持久周旋。在汉匈战争的一些事例中，例如冒顿围汉高祖于白登之战，也能反映出来。

关于马具的发明，史书缺载。从《史记·卫霍列传》载卫青于公元前 119 年漠北之战，伊稚斜单于乘"六羸"突围而去，作为特

① 伊克昭盟文物工作站等：《西沟畔匈奴墓》，载《文物》，1980(7)，1～10 页。
② 《西沟畔汉代匈奴墓地调查记》，载《内蒙古文物与考古》，1981(创刊号)。
③ 《汉书》卷 49，《晁错》。

书，"羸"义同"裸"，即匆忙中骑上没有备有鞍鞯的马，知匈奴骑兵都有马具。又，鄂尔多斯青铜器中有御马驾车纹饰牌，马拉车必须有套具，也反映骑乘需有马具。又，霍去病墓前石兽背上有蹬形图案，应是骑射装备传入中原有一套完整的形式，只是考古资料还不足。又如"鸣镝"，《汉书·匈奴传》清楚地记载着是冒顿单于所发明，"鸣镝所射而不悉射者斩"。训练骑士极其严格。鸣镝也俗称"响箭"，后世"号箭"、"令箭"由此得名；但目前发现的鸣镝，以鲜卑墓中为多①，知匈奴的骑兵术，为后世草原民族所继承。

其他家畜如家犬、牛、山羊、绵羊、驯鹿等，从鄂尔多斯式的各种动物纹饰牌中，也可知道有优良品种。而在各种猛禽、猛兽等动物纹饰牌中，可看出匈奴民族对其他野生动物，也可能做过驯育工作。

关于畜牧业的经营方式，《史记·匈奴列传》说："随畜牧而转移"，又说："逐水草迁徙"，但不是无目的地的"转移"或"迁徙"。《匈奴列传》又说："各分散居谿谷，自有君长"，即各有氏族或部落的领地。迁徙是有一定范围的，也就是现在根据草原生态或节令性的"倒场"，或称"冬营盘"与"夏营盘"。从上述匈奴民族对于天象、历法的认识，知游牧民族有相对的定居，才能保证畜群的繁殖与改良。匈奴民族对畜类的改良、选种、杂交等方面，曾作出了贡献，这些均有畜牧史专家们做了研究，例如所谓驴羸、駃騠、騊駼、驒騱等均是与马类有关的优良品种，有的则是从野马驯育成的新品种。此外，关于畜产品的制造，如"衣其皮革、旃裘"，"湩酪之便美"等，也是草原牧民传统的生产、生活基础，实物可参阅诺彦乌拉匈奴墓中出土的各种毛织物，上面编有动物

① 郑隆：《内蒙古札赉诺尔古墓群发掘简报》，载《考古》，1961(12)。

纹图案、人面像等，至今还可堪称毛织品中的精品。[1]

除畜牧业之外，参考鄂尔多斯式动物纹饰牌提供的资料，狩猎在匈奴民族的社会经济生活中占有很大比例，上述西沟畔战国匈奴墓中出土有鸟啄神兽纹金饰牌，是鹰与兽结合的神物，与文献记载北方称“狄”，又作“翟”相符，既是鸟，又是兽，是为匈奴先祖处于狩猎时代的图腾神。又有狼犬纹饰牌、鹰形饰牌等，反映墓主人生前有猛禽、猛兽作为狩猎的助手。在杭锦旗阿鲁柴登匈奴墓中，出土了一套王者的金冠[2]，作鹰形金顶，伫立在半球形的冠盖上，上面錾凿了狼吃羊纹饰两组；下有金片铸成的额圈，錾凿了马纹、盘角羊纹及绞索纹等，反映的是一幅狩猎生活与野兽搏斗的场面，而金工铸造技术也是有着一定的高度。

匈奴族在畜牧技术方面的一项重要贡献是通过驴与母马杂交产生骡子，就是前面提到的驴骡。《史记》“索隐”称：“按：《古今注》云‘驴牡马牝，生骡’。”这是一种不能生育的大型家畜，很有耐力，适合于长途载运、拉车等用，在军事上很有价值，发展很快。据记载，汉代有人主张用纺织品与匈奴交换物资，就可能“是以骡、驴、橐驼，衔尾入塞，尽为我畜”[3]，得到大批骡等。

三、金属铸造工艺

关于匈奴民族的金属制品，文献记载甚少。《史记·匈奴列传》说：“其长兵则弓矢，短兵则刀鋋。”又说：“送死有棺郭金银。”其他具体名词如鸣镝、径路刀、金留犁等，是作为特殊兵器或用具被记载下来的，缺少具体内容的描述。因此，要全面地认识匈

---

① 林干：《匈奴墓葬简介》，载《匈奴史论文选集》，375页，中华书局，1983。

② 田广金、郭素新：《内蒙古阿鲁柴登发现的匈奴遗物》，载《考古》，1980（4）。

③ 桓宽：《盐铁论》卷1，《力耕第二》。

奴民族的金属铸造工艺，基本上全靠鄂尔多斯式金属制品做分析，在此也尽可能简要说明。

目前所见鄂尔多斯式金属制品，有金、银、铜、铁、铅等不同质地，以青铜器数量居第一，金器也较多，其他质地的器物则较少。所以，青铜器的制造是匈奴金属工艺的基础。现从青铜器上保留的制作痕迹看，最简单的用锤击法，也有模压法，但大部分已使用了模制的方法，其中有单模浇铸、复合模或套模灌铸的区别。如各种形式的饰牌，表面有纹饰，背面光素无纹，所以主要是用单模浇铸，待铜液呈半凝固状态时，稍加锤压，成型后取出，辅以錾凿、修整边沿及纹饰的细部即成。如若双面刃的匕首、宝刀、短剑等，则需用合模灌铸，脱模后辅以錾刻、磨砺，使之刃部锋利，有砂眼的还需凿补；有些剑首是中空镂孔，作铃式或兽头式，则还需辅以套模，工艺就比较复杂了。再如各种立体形动物装饰，车饰，以及铜釜、有銎斧等，则均用套模灌铸，并辅以焊接：如圈足铜釜，釜身是一套子范与母范，圈足则又是一套子范与母范，分别铸成后焊接成整体，因附加的圈足容易腐朽脱落，故出土时常保存些残损的痕迹。各式立体动物形装饰，结构比较复杂，则多采取分部模铸，辅以焊接、錾凿、磨砺修整。

这是一套完整的工艺过程，匈奴民族应有自己的冶铸业，但至今还没有发现确切属于匈奴民族的遗址，冶铸遗迹也就更难发现。已发现的模范也绝少，如石质刀范、斧范之例[1]，均属零散出土或征集品，真乃凤毛麟角。或许，匈奴民族的金工匠人，也是随着整个畜牧业生产而转移，缺少固定的作坊点。

金银制品一般属于匈奴上层贵族所有，来源也比较复杂，如

---

[1] 内蒙古文物普查中，分别在武川县、达茂旗发现。

汉文帝给匈奴单于的礼品有“比余一,黄金饰具带一,黄金胥纰一”[①]之类,应是汉朝工匠专为送匈奴而制作的。从出土文物看,西沟畔战国匈奴墓出土的虎豕咬斗纹金饰牌的背部,錾刻有“一斤五两四朱少半”、“故寺豕虎三”等铭文,属于三晋文字[②],说明了三晋文化与匈奴文化曾有过交流,也有可能是匈奴使用三晋金工制作的产品。又,阿鲁柴登匈奴墓中与王者金冠同时出土的金饰牌有作四虎噬牛纹的[③],有四只虎作虎头狮身,推知工匠原意是要制作狮子的,但中国不产狮子,便模拟老虎构思了狮子的形象;又牛的两个角作宽平大弯角,在鄂尔多斯式牛头形青铜饰件中,缺少可资比较的例子,非内蒙古草原习见的牛种,而是水牛。这是反映了匈奴民族与中亚或印度文化交流后的产物。又阿鲁柴登匈奴墓中出土有火珠形金饰件,更明显地反映了属于“佛法光明”思想的产物。这表明由于草原上中西文化的交流,西方的金工技术已传入了匈奴。匈奴民族也有自己的金银工匠,这在图案含义的构思中可以反映出来。上面说过西沟畔匈奴墓中出土的神兽纹金饰牌,具体形象为:兽头,长目,鹰啄,两小耳竖立,火炎状鹿角或多枝鹿角,虎身,豹尾,马足,鹿蹄,有双羽。此即“狄”或称“翟”的图腾形象,非匈奴工匠制作,不能表达如此入微,由此可见匈奴民族有自己的能工巧匠。

此外,锤鍱、镶嵌与抛光技术,可能也是草原上中西文化交流的成果。西沟畔汉代匈奴墓中出土了一对铁芯包金盘角卧羊纹高浮雕式金饰牌[④],在制作技术上,先制夹心的铁质牌,已具备了耳、目、嘴、鼻、肢体轮廓等细部纹饰,然后在铁芯上

---

① 《汉书》卷94上,《匈奴传上》。

② 《西沟畔匈奴墓》,载《文物》,1980(7)。

③ 《内蒙古阿鲁柴登发现的匈奴遗物》,载《考古》,1980(4)。

④ 《西沟畔汉代匈奴墓地调查记》,载《内蒙古文物与考古》,1981(创刊号)。

外包金叶锤鍱，使金叶与铁芯密合，成为形式完全相同的包金铁芯金饰牌，再辅以錾刻、抛光，使获得金光闪闪的效果。镶嵌工艺则更复杂一些，阿鲁柴登匈奴墓中出土伏虎形金饰牌21件，虎的身部均留有四孔或五孔，原为镶嵌宝石或绿松石的，因年久已脱落。夏鼐先生说："镶嵌之术，先秦已经产生，但镶宝石、珠饰以晋代为盛，并有镶金刚石者，是为希腊、罗马，东向输入我国和东南亚。"[1] 这个文化交流的使者便是匈奴民族，这一工艺后来为鲜卑民族所继承，试举一例说明。和林格尔县另皮窑村早期鲜卑墓中，出土了两套野猪纹金饰牌[2]，野猪作奔突咆哮状，身部的正中心镶嵌一块椭圆形半球体宝石，晶莹半透明，蚀为黑紫色；周绕这块宝石，身躯的上下前后，镶嵌一圈绿松石，猪鬃作长方形凹槽，也有镶嵌，饰牌的地纹与边饰，均有宝石或绿松石镶嵌。此即夏鼐先生说的"以晋代为盛"的镶嵌工艺，它的制作过程：先在模子中灌铸出包金部分，待冷却凝固后再灌铸铁芯；因表面留有镶嵌孔隙，高低不平，灌铸后的外层金皮也厚薄不匀，用金较多；至边缘部位才成为厚薄较匀的金片；铁芯则灌至所需厚度，并取得背部平面和做出铁钮；脱模以后，截去多余的金边部位，保留2～3毫米宽，将铁芯包住；然后在饰牌的正面，镌凿加工细部，镶嵌宝石或绿松石。工艺过程比匈奴饰牌复杂得多，但是匈奴民族开创了北方草原传统的民族工艺。

四、城堡的建筑

匈奴是游牧民族，住毡帐、穹庐，"无城郭常处耕田之业"，这是司马迁根据当时实际情况做的记录。但在历史发展的过程中，

---

[1] 夏鼐：《无产阶级文化大革命中的考古新发现》，载《考古》，1972(1)。

[2] 《和林格尔县另皮窑村北魏墓出土的金器》，载《内蒙古文物与考古》，1984(3)。

匈奴人又利用"秦人治楼积谷"。[1]所谓"秦人"，就是楚汉之争的年代里避难到北方草原的中原人士，他们有筑城、室居、经营农业的习惯，受匈奴奴隶主政权的保护，有可能建筑了少量城堡，例如见于史书的"范夫人城"，在汉匈战争中是个有名的地方，也可视为早期的匈奴城市。但目前调查资料还不能明确哪座匈奴城市是当时的"范夫人城"。

呼韩邪单于归汉之后，为汉守卫光录列城(外长城)，活动地域在今乌兰察布草原西部到蒙古国的阿尔泰山之间，而呼韩邪单于的驻地在今包头市的一带。今包头市西郊召湾古墓的清理中，出土了"单于和亲"、"单于天降"[2]瓦当，与这段历史是吻合的。那么有可能在呼韩邪单于归汉之后，汉朝廷为单于建筑官邸，单于在塞外主要住毡帐，回塞内则住汉式宫殿，城堡与宫殿式的生活开始为匈奴民族接受。呼韩邪单于在光录塞外，是否也有自己的城堡，可能性是存在的。当呼韩邪单于要北去龙庭时，与汉将韩昌、张猛，刑白马祭天，盟会于诺水东山[3]，此诺水东山应即今达茂旗旗府所在地的康熙营盘山，山上有石筑城堡，山下有艾不盖河盘绕北去，艾不盖河即古之诺水，那么山城所在，正合刑白马祭天处。但此城堡也有可能是汉朝廷为保护呼韩邪单于所筑。

东汉时期，南匈奴内迁，在今长城地带的汉匈两族，友好相处，城市与定居的生活已为匈奴民族接受，故魏晋十六国时期，匈奴族首领刘渊称帝，即据离石城，后据平阳城。击城野战，成为内迁各族军事上的主要方式。十六国后期，匈奴族酋长赫连勃勃称"大夏天王"，以为"君临天下，统一万邦"，命将作大匠叱干阿

---

①③　《汉书》卷94上，《匈奴传上》。

②　参阅《内蒙古文物资料选辑》，1962。又《包头郊区召湾汉墓清理简报》，载《包头文物资料》第一辑。

利建统万城，其建筑技艺的高超，是中国中世纪城市建筑史上的奇迹。

统万城遗址在今内蒙古与陕西交界处的无定河（《水经注》作奢延水，又称朔方水）北岸，地处毛乌素沙漠的边缘。[①] 从乌审旗南行过了纳林河（《水经注》作黑水），遥望黄沙弥漫之中，衬托着一座白色的古城，犹如金盘托银瓮，高耸的城墙。似在倾吐着昔日的繁荣。因墙体洁白，当地牧民习称“白城子”。

城址分东西两城，西城是皇城，用白胶泥羼和细砂及石灰水搅拌后铺筑。夯层平均厚10余厘米，平夯，因密度大，坚硬如石，且有韧性，故马面、敌楼等基础也保存很好，西南城角的角楼基址至今高度34米，如果按当时应有的木构角楼复原，可以高达40余米，是目前所见古城址中角楼址最高的一个。又门址两侧凸出高厚的墙基，其上应有城楼。城内偏南，现存高台基址一座，应是昔日的所谓钟鼓楼。由此往北，建筑基址比较集中，应是当时的宫殿区。城址东部较宽畅，有城门与东城相连。东城面积稍大，而规模不如西城，应是当时的官府及居民区。

关于这座城址，当时有《统万城铭》碑做具体记载。作为名胜或古迹调查的，《水经注》卷三说：“赫连龙升七年（公元413年），于是水（今无定河）之北，黑水（今纳林河）之前，遣将作大匠梁公叱干阿利改筑大城，名曰统万城。蒸土加功，雉堞虽久，崇墉若新……为龙雀大镮，号曰大夏龙雀。又铸铜为大鼓，及飞廉、翁仲、铜驼、龙虎，皆以黄金饰之，列于宫殿之前。”这些珍贵的文物，在历史的变迁中均已消失，至今空城一座，还有着保护的价值。

郦道元说城墙是“蒸土加功”筑成，是比较客观的记录。因墙

① 《统万城遗址调查》，载《文物参考资料》，1957(7)。

土中含有石灰，应是生石灰加水过滤发酵后拌入白胶泥中，并加细砂成为“三合土”，层层铺垫夯筑。而在生石灰加水过程中，产生高温爆裂，蒸汽上腾，此即“蒸土加功”的实际情况，与一般筑城直接用土夯筑相比，是个创造发明。[①]但历史的传说产生了误解，以为叱干阿利“蒸土为城，锥入一寸，则杀作者一人”。现行《通史》也如此说：“筑城的土都经过蒸熟，筑成后用铁锥刺土，刺进一寸，便杀筑者，筑不进去，便杀刺者。”[②] 土有生、熟，但不是“蒸熟”，这种偏见必须纠正。因为现在城墙址上，农民掏了不少窑洞居住[③]，被掏开的城墙土中，从未发现过尸骨，也没有“铁锥刺土”的痕迹，夯土之间的剥落，均比较平整，知当时铺筑时，待土半干未干时，用平夯夯实，故其坚实胜过其他城墙。就此一例，知历史上少数民族的许多创造发明，没有被科学地记载下来。

这座城址在北魏、隋唐时期延续被使用，北宋、西夏时期则成为交战争夺之地，称夏州。沈括《梦溪笔谈》中对这座城址的建筑技术，有比较客观的考察笔记，尤其对统万城的马面设施，在军事防御上的积极意义，做了高度的评价。　　(陆思贤)

第二节　西域的科技文化

我国玉门关(今甘肃敦煌西北)以西、葱岭以东地区，汉代起称为西域。天山以北，主要有塞种、月氏、匈奴、乌孙、呼揭等游牧民族部落在活动；天山东部地区是姑师——车师人活动的中心，

---

① 中国劳动人民早在距今5千年前就发明了原始水泥；“三合土”的再创造，又进一步体现了劳动人民的智慧。参阅《甘肃秦安大地湾901号房址发掘简报》，《文物》，1986(2)。本书“原始科学技术”章有叙述。古人出于某种偏见的情绪，对叱干阿利的创造发明，用尽诋毁之词。

② 范文澜：《中国通史》第2册，430页，人民出版社，1978。

③ 在一般黄土中掏一个窑洞，约需7天；在统万城墙址上掏一个窑洞，约需两个月。内蒙古的同志前往做过制止掏窑洞的宣传。

其主体经济仍为畜牧业，但也有少量农业的经营。在天山南部沿塔里木盆地周围，主要是一些“城郭诸国”，以农业为主。战国秦汉时期，西域进入铁器时代，这是极为重要的一个历史阶段，西域同内地有广泛的接触，农牧业、手工业、建筑和医药技术都有很大发展。本节所论内容以秦汉为主，有些部分涉及商周时期。

一、农牧业技术

考古资料表明，这一时期畜牧业生产在西域经济中占有很大比重，且已相当发达。1976～1978年，在南疆铁路鱼尔沟车站地段，发掘清理了85座墓葬。墓内发现大量的马、羊骨以及腿绊、鼻栓等牧业工具，墓主人着各色毛织物和毛皮服装，说明其生活方式是以畜牧业为主体的。[①] 据研究，这是距今2 800年到2 000年前后的车师人墓葬，它们广泛地分布在塔里木盆地各处。[②] 1984～1985年，在阿拉沟东风机器厂附近发掘车师墓葬41座，其中37座墓内有羊头、马头和牛骨，有的仅羊头就多达16个，摆放位置基本上都在每个骨架旁，说明羊头和马头既是死者财产的象征，也表明了墓主人的生活特点。出土并有铜马衔、木质腿绊和鼻栓等牧业工具，以及骨镞等狩猎工具。死者头戴毛织网状发套、毡帽；身着毛、皮衣；脚穿毡靴；颈部饰以骨项饰；使用骨锥、骨纺轮。从衣着到日常生活、生产用具，有相当一部分是取自畜牧业，这些无疑都是畜牧业经济发达的标志。[③]

在新疆其他一些地区，还先后发掘清理了上百座战国到汉代前后的车师墓葬。随葬文物表明，在现乌鲁木齐南郊附近的古代车师人的经济属于半农半牧；而吐鲁番县艾丁湖、鄯善县苏巴

---

①③　张玉忠：《从考古资料看古代新疆畜牧业生产》，见《中国少数民族科技史研究》第四辑，99、100页，内蒙古人民出版社，1989。

②　王炳华：《吐鲁番的古代文明》，39、100页，新疆人民出版社，1989。

什、托克逊县的英亚依拉克等地的车师人则以农业为主。[①]

在天山以北的伊犁河流域,出土了一些战国前后塞人的遗存。塞人是纯牧民,游牧于咸海以东及巴尔喀什湖到帕米尔高原一带。塞人墓中普遍发现小铁刀,更多的是铜器。铜器上大都有动物纹饰,突出表现了塞人的文化特征。塞人从驯马拉曳发展到马背乘骑时发明了马鞍和踏蹬,表现了高度的塞种牧业文明。[②]

汉文帝后元三年(公元前161年)左右,原在祁连、敦煌间的乌孙人西迁塞人故地,占据了伊犁河流域南岸和以伊塞克湖为中心的地带。乌孙是汉代西域大国,“户十二万,口六十三万,胜兵十八万八千八百人……地莽平。多雨,寒。山多松樠。不田作种树,随畜逐水草,与匈奴同俗。”[③]“乌孙多马,其富人至有四五千匹马。”[④]乌孙牲畜主要有马、牛、羊、骆驼、驴等。汉代乌孙墓葬多有马、羊骨,或有狗骨,其牲畜种类当以羊、马为主。墓中殉狗,反映了狗在牧业生产中的作用是很重要的。[⑤]

汉代乌孙养马业非常发达。乌孙马头轻、面干、眼大、耳小、口裂深、鼻孔大、背腰宽大、尻宽稍斜、四肢干燥、坚强。[⑥]乌孙昆莫媒聘细君公主,愿“以千匹马”为礼,可见养马数量之多。马的质量,在汉代负有盛名。张骞二次由西域返回后,汉天子“得乌孙马好,名曰‘天马’。及得大宛汗血马,益壮,更名乌孙马曰‘西极’,名大宛马曰‘天马’”。[⑦]汉代西域已开始栽培苜蓿等多种优良牧草,由于西域马嗜吃苜蓿,因此汉朝在引进良种马的同时也

---

①②⑤ 张玉忠:《从考古资料看古代新疆畜牧业生产》,见《中国少数民族科技史研究》第四辑,99～101页,内蒙古人民出版社,1989。

③《汉书》卷96下,《西域传下》。

④《史记》卷123,《大宛列传》。

⑥ 姚远:《汉唐时期关中与新疆少数民族的科学文化交流》,见《中国少数民族科技史研究》第一辑,32～33页,内蒙古人民出版社,1987。

⑦《史记》卷123,《大宛列传》。

引入了优良牧草苜蓿。"汉使取其实来，于是天子始种苜蓿、蒲陶肥饶地。及天马多，外国使来众，则离宫别观旁尽种蒲陶、苜蓿极望。"[①] 西域良种马与优良牧草的引进，是重要的畜牧技术交流活动，为改良西汉军马，提高军队素质起了重要作用。[②]

在天山南部塔里木盆地周围以农为主的"城郭诸国"，也有一定规模的畜牧业的经营。例如，楼兰、尼雅等地出土的许多文物表明，战国到汉代前后当地畜牧业经济也已达到了相当高的水平。汉代西域对于草原的利用，已能按季轮牧牲畜，整个新疆定居饲养和牧放的牲畜总数，估计可达 7 769 000 头。[③]

西汉时代西域最重要的经济建设事业是举办屯田。自汉武帝派张骞出使大月氏以后，汉朝和匈奴在西域方面进行了 70 多年的斗争。争斗双方都曾组织人马在当地兴办军屯，开垦种植。《史记·大宛列传》记载：汉武帝远征大宛，通西域后，"敦煌置酒泉都尉，西至盐水，往往有亭。而仑头有田卒数百人，因置使者护田积粟，以给使外国者"。《汉书·西域传序》复述此事说："于是自敦煌西至盐泽，往往起亭，而轮台、渠犁皆有田卒数百人，置使者校尉领护，以给使外国者。"此后屯田规模逐渐扩大，伊循城、车师、赤谷、罗布淖尔以及伊吾等地陆续成为重要的屯田区。

汉代西域的农业生产技术，与汉朝在当地推行屯田密切相关。西汉赵过发明的代田法、耦犁和三脚耧等农业生产技术曾向全国大力推广。西域同甘肃、关中一带邻接，农业上多有相似之处，一些中原技术有可能随屯田吏卒传入西域。在伊犁昭苏县境内乌孙墓中出土一件铁铧，其形制与敦煌西汉铜铧相同，使用痕迹明显。此外，在吐鲁番县阿斯塔那出土的前秦墓纸画中，有墓

① 《史记》卷 123，《大宛列传》。

②③ 姚远：《汉唐时期关中与新疆少数民族的科学文化交流》，《中国少数民族科技史研究》第一辑，33 页。

主人的田园、农具等画面，所绘田地沟垅形式、整齐的田埂、双齿和多齿的木叉、木耙等田间作物布置形式和工具形制都与关中无异。同内地一样，西域屯田官吏也采用集训、考核的办法推广农业生产技术。在罗布淖尔的楼兰遗址出土一简，其文字残部有："因主薄奉谨大侯究犁与牛诣营下受试"，意思是让不熟悉耕地技术的屯田士卒带着犁与牛到长史营中"受试"，以学习和推行中耕技术。这说明屯田区对耕作技术的要求有一定的标准。也表明汉代西域农业生产已接近内地水平。①

水利工程在西域农业生产中至关重要。西域自古以来降水量不足，农作物主要依靠人工灌溉，兴修河渠成为保障农业生产的必要措施。南疆地区早在汉代以前已经从事农业生产，引水灌溉是必然的要求，修渠应已有一定规模。汉朝政府推行屯田以后，更扩大了这项水利事业的范围，并引进了一些新的技术。在焉耆至库车一线，罗布淖尔和若羌县米兰附近都发现不少汉代的渠道遗址。库车西南沙雅县境内有一条汉代古渠，保存的遗迹长达 100 多千米，渠宽达 8 米，深达 3 米。②

1959 年，在新疆民丰县以北沙漠里的东汉墓中发现棉织的食车、手帕和白布裤。这些棉织品是用当地出产的白叠子织成的。③ 如此说属实，则新疆在汉代已有植棉和棉纺技术。西域在汉代已有很成熟的果树栽培技术。大宛及其邻近地区"有蒲陶诸果"，"以蒲陶为酒，富人藏酒至万余石，久者数十岁不败。俗嗜酒"。④ 葡萄、核桃、无花果、榅桲、柰等约在汉代前后陆续由西域

① 姚远：《汉唐时期关中与新疆少数民族的科学文化交流》，载《中国少数民族科技史研究》第一辑，29 页。

② 新疆博物馆：《新疆历史文物》，12 页，文物出版社，1977。

③ 周振鹤：《古代少数民族在棉作和棉纺织方面的成就》，载《中国少数民族科技史研究》第二辑，165 页，内蒙古人民出版社，1988。

④ 《史记》卷 123，《大宛列传》。

传入了内地。[1] 其他如胡麻、胡椒、葱、石榴、瓜等在西域也有很长的栽种历史，汉代通西域以后这些品种及栽种技术也陆续输入了内地。

二、建筑

两千多年前西域各地就有城郭建筑，“楼兰、姑师，邑有城郭”。[2] 它们都是小国，尚且如此，大国更不必说了。今天在新疆发现有不少属于汉代的城居遗址，就证明了这一点。其中重要的如民丰县的尼雅遗址，西汉时为精绝国，东汉初属鄯善，遗址范围很广，房舍散布在干涸的尼雅河两岸，南北长约 10 千米，东西宽约两千米。遗址中心建造了一座大型的窣堵波，标志着佛教在这里的特殊地位。有别于楼兰遗址浓厚的汉文化因素，尼雅建筑物装饰和家具纹样明显受到西方犍陀罗艺术的影响。[3] 住宅富有地区特色和民族风格，其地基系用麦草、牛粪等合泥铺墁，屋内有壁炉，一般墙壁都用红柳编成，再墁泥土。遗址内曾发现大批珍贵文物，多属东汉时代。此外，在奇台县石城子发现西汉古城遗址以及具有西汉建筑典型风格的云纹瓦当和绳纹板瓦、筒瓦。该城的城垣系用夯土筑成，与交河故城汉代筑墙方式略同。[4]

交河故城位于吐鲁番县西，是世界上著名的古城遗址之一。它在某种程度上反映出了汉代当地的建筑特色。城内交通干线，由两条南北干道与一条东西干道相交而成。靠西的南北干道构成全城交通主干，系挖地而成，因而低于路旁建筑物，长约 350

---

① 姚远：《汉唐时期关中与新疆少数民族的科学文化交流》，《中国少数民族科技史研究》第一辑，29～30 页。

② 《史记》卷 123，《大宛列传》。

③ 林梅村：《楼兰尼雅出土文物》，24 页，文物出版社，1985。

④ 新疆博物馆：《新疆历史文物》，6～7 页。

米，宽10米。靠东与之平行的另一条干道长度相当而路面较狭。平直、整齐的东西干道东达东城门，西抵南北主干。尽管城内建筑遗迹几乎全部可以凭借这三条干线而联系往来，但除了少数几区建筑外，几乎90%的建筑物都被分割、组合成不同的群落，闭锁在高大厚实的土墙内。从干道不能直接与民居相通，必须折入巷口，才可以看到纵横的弄堂。每户住宅，只能向弄堂开门；多个住户，通过同一巷道，才能出入于大街。在故城的东北部，南北主干道的西侧，都保存了相当完好的古代民居遗址。它们大都是挖地为院，隔梁为墙，掏洞成室。巷道路面，也都是挖地取土而成的路沟。在当地土质坚实致密、气候干旱少雨、缺少建筑所需木材的自然条件下，这种省材又实用的建筑方法，表现了两千多年前车师人创造性的聪明才智。具有代表性的建筑工艺，可能是先在生土岩岗上勾画出院落、墙垣所在，然后挖出低于地面的院落，随院落出现，围墙也自然形成。院落范围内的大量废土，则层层夯实在土墙基上，使之升高，可构成2层、3层的居室。院落后部，掏挖出一座穹形窑洞，成为冬暖夏凉的地下居室。窑室旁近，还可挖出一处口小底大的袋形窑穴，以为粮库。小院前部，或在院外墙角，或可挖一深井。粗略地计算，全城有这类古老的深水井共40～50处，一般深达40多米。①

在阿拉沟发掘的一座塞人墓葬，穴长6.56米，宽4.22米，深7.1米。竖穴底部，是最大直径达30厘米的圆形松木构成的木椁，木椁上面是体积近1立方米的巨石层层叠叠厚近6米，巨石上面为卵石，卵石上面是纯净的细沙，厚达1米多。附近地区还发掘到3座这类墓葬。巨石放进墓穴而不致压塌木椁，这要求

① 王炳华：《吐鲁番的古代文明》，67页，新疆人民出版社，1989。

上古塞人掌握高度的构筑技巧。[①]

三、金属冶炼与纺织

农田水利及其他建筑工程需要大量的金属工具，因而促进了矿冶工业的发展。西域在汉代已经掌握了冶铁技术。据记载，婼羌"山有铁，自有兵，兵有弓、矛、服刀、剑、甲"[②]；鄯善"能作兵，与婼羌同"[③]；"自且末以往，皆种五谷，土地草木，畜产"，"作兵，略与汉同"[④]；莎车"有铁山"[⑤]；龟兹"能铸冶，有铅"。[⑥] 龟兹是一个重要的冶铸工业中心，据《水经注·河水篇》引《释氏西域记》云："屈茨（即龟兹）北二百里有山，夜则火光，昼日但烟。人取此山石炭，冶此山铁，恒充三十六国用。"在新疆库车、民丰、洛浦等地发现了不少汉代的矿冶遗址。例如，在库车县西北阿艾山曾发现一处冶铁遗址，遗址内出土小坩埚、铁渣、矿石和陶砼（鼓风管道）等。有一件同出的灰陶三耳罐，就其形制判断，显然是汉代遗物。出土的陶砼与传世的"霸陵过氏砼"形制相同。在库车县东北可可沙又发现汉代铁矿遗址一处。同时，在距离可可沙10余千米的提克买克发现汉代炼铜遗址一处，范围约两平方千米。遗址内有瓦片、鼓风嘴、炼炉底、碎矿用的石碾、马槽等物及汉五铢钱两枚，遍地都是铜矿石和炼渣，炼渣内含铜量不少。[⑦]

略早于汉代或为西汉初的车师墓中发现一些铜器，如铜兽环、铜镜等。铜镜直径一般10多厘米，下方往往有一把手，与希腊铜镜造形有相通之处。车师人的饮食用具，除陶器外，还有木器。木盆、木盘、木杯，虽已干缩脱水，但形状不变。这些木器随材料或长或圆，或大或小，不事十分的雕琢，却也极力注意到形

---

① 王炳华：《吐鲁番的古代文明》，50～53页。

②③④⑤ 《汉书》卷96上，《西域传上》。

⑥ 《汉书》卷96下，《西域传下》。

⑦ 新疆博物馆：《新疆历史文物》，13页，文物出版社，1977。

式的对称、稳定、完美。[①]

阿拉沟塞人墓中出土许多金牌、银牌，上面的图案多以猫科类动物为主体，它们相似于当年的动物原形，而不止于生活中的动物形象，形式对称，构图完整，美好的形象富有装饰情趣，是艺术成就很高的工艺品。墓中出土的一件铜盘，高一尺多，底下是一个喇叭形器座，上面承托着一个方盘，方盘上是两个异兽，并列在盘的中央。密卷的鬣毛，圆圆的脑袋，侧长着一对小小的肉翅，翅羽曲卷。巩乃斯河畔出土一件铜质武士，全身鼓凸的肌肉，威武的神态，表现得恰到好处。

西域生产的毛织物自古以来就很著名。汉代文献中有许多地方谈到这种毛毯和毛布。匈奴、乌孙等族都以毛毡作帐幕，也用作衣服。西域的毛织物在汉代输入内地，很受欢迎。汉初车师墓中发现过的毛纺织物，不仅有平纹、斜纹，而且还有通经断纬的缂织物，已达到相当高的水平。在伊犁河谷的乌孙墓、罗布淖尔楼兰遗址、民丰县尼雅遗址合葬墓等处都发现过不少毛织品的残片。民丰遗址中所见到的毛织品有龟甲四瓣纹、人兽葡萄纹等，色彩鲜艳，图案美观。[②] 在新疆博物馆收藏的且末县扎洪鲁克乡 2 号墓出土的 3 000 年前的女干尸，身穿土紫色毛大衣，有毛毯护腿。还有一小儿干尸也用毛衣包着。另一男干尸穿红色毛大衣。毛线很细很匀，布面平整，可以反映出当时西域毛织业的高度水平。

四、医药学

西域各族曾为亚洲乃至世界医药技术的发展作出过不可磨灭的贡献，其中尤以伊犁地区的塞人和乌孙人为突出。公元前 5

---

① 王炳华：《吐鲁番的古代文明》，42～45、53～57 页，新疆人民出版社，1989。

② 新疆博物馆：《新疆历史文物》，22 页，文物出版社，1977。

世纪左右，塞人的骨科技术已经处于领先地位，这同塞人马的文化变革和良铁的生产密切相关。马匹由用于拉曳发展到乘骑，必然增加了被摔伤甚至造成骨折的机会。外伤缝合，包扎止血，切开排脓，骨折复位和固定的原始外科技术于是产生。作为预防医学的产物，踏蹬的发明在一定程度上保障了大多数骑士的安全。骨科技术最初的发展，可能是基于民间经验的积累，待骑兵集团专设骨科医生和救护人员后，骨科技术就有可能获得更快的发展，从而最终成为专业医学。[①]

由于冶炼技术的提高，金属的医疗器械也开始问世。阿拉沟塞人墓中青年女尸颅顶部有 0.5 厘米孔径的整齐钻孔。据颅孔壁和当今开颅技术推测，如果没有精制的菱形铁钻是很难钻成整齐的颅孔的。同墓出土多种器具，包括 11.5 厘米长的小铁刀和三菱形铁旋，说明塞人的冶铁技术已达到较高水平。铁矿的冶炼和铁器的制造，都远较铜为困难。塞人既然能够制造大量的三菱旋，则已具备生产开颅工具的技术条件。因此，虽然未见出土，钻颅的金属器具有可能会出于塞人之手。[②]

迁居塞人故地的乌孙人，曾受塞骨外科技艺的影响。汉代乌孙人已普遍使用铁器，而铁器的生产也为骨伤科医疗工具奠定了基础。在考古发掘乌孙墓时，发现过男性古尸下肢断肢，这意味着死者生前实行过截肢手术，如果是截肢，必然要用锯刀等器械。乌孙人似乎当时已经生产了斧、凿、锯等铁工具，则截肢的锯、刀可能就在乌孙或者这之前的塞种王国时期已经诞生。考古发掘还没有发现类似于今天的手术器械，但截肢离体，不仅要掌握解剖知识和切开、止血、残端缝合、包扎等外科技术，还要掌握

①②　孙建德：《西域塞种文明与维吾尔医学》，载《中国少数民族科技史研究》第三辑，104 页，内蒙古人民出版社，1988。

外科手术技艺和工具的制造技术。[1]

西域塞种人对于麻黄药物的贡献，并不亚于对骨伤科医疗技术方面的成就。当时塞人已伸延到塔里木盆地，麻黄也成为当地一种神圣的吉祥之物。距今3 000年左右的罗布淖尔墓葬无一例外，均以麻黄细枝人殉。这反映出当时塞人对于药物的原始认识，可能是他们在与自然灾害和疾病的长期斗争中，因感麻黄对于解除病魔、减轻疼痛的灵验而崇拜它。[2]另外，3000年前，以农牧结合的罗布淖尔人，根据罗布淖尔地区寒冷潮湿的自然气候，发现并使用当地出产的麻黄药物能治疗风寒引起的咳嗽。在每具罗布淖尔死人胸前的麻黄包中，还能见到苇制短箭，说明当地医药仍和巫术紧密结合，这是人类历史发展的普遍现象。[3]

塔里木盆地古代药物并不局限于麻黄，公元2～3世纪的《法卢文残牍》还记载过茜草、石榴，包括麻黄之类的药材。波斯文献记载塔里木盆地最早药材中就有小茴香、黄河子、紫花地丁、潘泻叶、伤食、食盐、肉7种药。据波斯传说故事，当时塔里木药物有植物、动物和矿物，多达300种以上。从库车出土的公元3世纪左右的龟兹文医书、焉耆出土的焉耆文医药书、和田出土的于阗医药文书来看，这种传说故事也反映出古代塔里木盆地的医药文化是十分发达的。[4]西域地处东西方的交汇点，为包括医药在内的科学文化交流作出了特殊的贡献。 （特古斯）

---

①②③ 孙建德：《西域塞种文明与维吾尔医学》，载《中国少数民族科技史研究》第三辑，106～111页。

④ 孙建德：《西域塞种文明与维吾尔医学》，载《中国少数民族科技史研究》第三辑，107～111页。

第二节　南方滇越等族的科技

秦汉至三国时期，南方少数民族和中原的关系较为复杂。秦汉的统一把中原的势力扩展到了南方。百越各系中，句吴和于越之地在战国时已成为楚国的统治区。越人有的南迁，有的被同化，几乎消失了。但闽越、西瓯、东瓯、骆越、南越等仍很活跃，是南方的主要民族。秦朝对百越进行了大规模的征伐，最终统一了南方，设立三郡。汉初，百越又建立或被封分了若干王国，其中南越一度达到“东西万余里”，统治百越广大地区。汉武帝征服百越，设立南方九郡。秦汉时对百越征伐战争和移民政策使大批汉人进入南方，同时也把一些越人迁到了中原。中原文化对南方产生了很大的影响，促进了南方的进步。随着百越的衰落，在这一地区代之而起的是俚、僚、乌浒等民族。西南是多民族活动的地区，秦汉时又出现了许多新的族名，史称各少数民族为西南夷。从整体上看，滇池的西北和东北多为氐羌族系，滇南、滇东南和滇西南多为百濮和百越交错杂居。其中较大的部落有滇、夜郎、昆明及东汉以后的叟人、僚等。秦汉时开道路，设郡县，大力开发这一地区。三国时蜀又下了一番功夫。因此这一时期，百越、西南地区的各少数民族生产科技均有发展。

一、农业技术

汉代铁农具、牛耕技术及农田水利技术南传，政府对“西南夷”实行移民屯耕政策对南方少数民族的农业起了很大的促进作用。汉初西南夷中滇、夜郎、邛都的农业较为先进。“耕田有邑落”，“能耕田”，“有稻田”，是对其农业的总体概括。铁农具广泛输入云南。西汉末农田水利技术开始传入滇池地区。东汉对永昌郡的开发，三国蜀对南中的治理，都对农业有很大的推动作

用。晋宁石寨山出土贮具器和铜鼓上铸有“祈年”、“籍田”、“丰收”、“上仓”、“贡纳”等场景，广东、福建、贵州等地出土了汉代的一些陶粮仓模型，反映了当时农业生产的水平。南方各地区的农业在春秋战国时的基础上有了进一步的发展。

这一时期，从今云南直到广东、福建广大地域，仍以稻作为主，稻是最主要、最普遍的作物。南方民族“饭稻羹鱼”，“民食鱼稻”。闽越、南越、骆越、西瓯以及海南岛的居民都种植水稻。滇人的种稻史也很早。在滇池周围、元谋、剑川等新石器或铜石并用的遗址中都出土了粳稻的谷仓或谷物，可见云南地区古代民族种稻的历史是相当悠久的。秦汉时代稻的种植比过去更加普遍了。贵州也有稻生产，东汉时已较普遍。此外，南方还有其他农作物，如粟、黍、高粱、豆、麻、薏苡以及水果和蔬菜。桄榔粉也得到利用。不少水果在我国有些是南方少数民族首先选育或驯化出来的，如荔枝、龙眼、椰子、杨梅、橄榄、柑橘、甘蔗、槟榔等。

从青铜农具向铁农具的过渡，是农业史上的一个里程碑。南方少数民族在西汉时期处于这种过渡时期，虽较中原已晚了几百年，但却是十分重要的进步。西南夷在战国至西汉处于青铜时代，已出土的滇池区域及云南地区的青铜农具有几百件，包括锄、镰、斧等几大类。[①] 古夜郎国也是以青铜农具为主。

西汉中期以后，中原铁器开始大量输入西南地区，其中也有铁农具，从此西南地区开始走向使用、制造铁农具的阶段。在贵州的清镇、赫章等县的西汉墓中出土了铁农具，有锄、锸、铲、斧、斤等。这些农具集中于西汉后期。[②]云南地区的铁农具主要见于西汉中晚期以后。汉初百越地区的铁农具也不普遍，吕后为了防

① 王大道：《云南滇池区域青铜时代的农业生产工具》，载《考古》，1977(2)，92～96页。

② 李衍垣：《贵州农业考古概述》，载《农业考古》，1984(1)，239～247页。

范南越势力的扩大而禁铁、牛、马等输往岭南。因此，西汉初年岭南的铁农具很少。汉武帝以后铁农具从北方传入，岭南开始普遍使用铁器。广东的农具有铁斧、铁口锄、铁镰、铁刀等，多由北方传入。[1] 福建使用铁具也始于汉代，1958 年在武夷山地区崇安城村汉城遗址出土汉代铁器 71 件，其中有农业生产工具十几件，包括犁、锄、锸、镢、斧等，其中铁犁、凹口锄在福建是首次发现。[2] 广西的铁农具也出现于汉代，贵县(今贵港)、平乐、合浦等汉墓都出土了铁农具，贺县东汉墓出土过铁铧。[3] 总之，汉代百越和西南夷开始进入铁农具阶段，从而提高了农业生产水平，这与中原的影响是分不开的。

在农业技术方面，百越在汉代已开始了牛耕。西汉初禁止牛、马运往南方，说明牛、马已被役使。西汉后期，南越、闽越、骆越、西瓯等已有牛耕，东汉时期得到了进一步发展。广东东汉墓中出土了牛和耕作的模型，其中有犁的造型。[4] 广西、福建都有西汉时的犁或犁上部件出土，这是牛耕的反映。云南牛耕的文献记载最早见于《华阳国志》，诸葛亮调用过耕牛、战马等。《三国志》也有叟濮贡赋耕牛的记载。滇人等西南夷约在东汉初中期开始有牛耕。[5]

随着铁农具的广泛使用，农田水利技术也得到了发展。两汉之际，中原水利技术转入云南。西汉时曾修千顷池，文齐又在朱提组织兴修水利，“穿龙池，溉稻田”[6]，“造起陂池，开通灌溉，垦

---

[1] 杨式挺：《关于广东早期铁器的若干问题》，载《考古》，1977(2)，97～106页。

[2] 林蔚文：《福建农业考古概述》，载《农业考古》，1984(1)，223～226 页。

[3] 蒋炳钊等：《百越民族文化》，138 页，学林出版社，1988。

[4] 徐恒彬：《汉代广东农业生产初探》，载《农业考古》，1981 (2)，56～60 页。

[5] 李昆声：《云南牛耕起源试探》，载《考古》，1980(3)。

[6] 《华阳国志校注》卷 4，415 页，巴蜀书社，1984。

田两千余顷。率厉兵马，修障塞，降集群夷，甚得其和”。[1] 1975年在云南呈贡县出土陶水田模型，有水池和稻田，池田之间，水沟相连。[2] 黔西东汉墓中也出土陶水田池塘模型，有水塘，内有鱼草，还有稻田、水闸，田边植树。贵州赫章也有稻田模型出土。清镇汉墓有陶井，设滑轮提水装置。[3] 广东佛山澜石东汉墓出土水田模型等。[4] 事实说明农田水利建设在两汉之际，广泛兴起于百越及西南地区。

育种、选种技术在汉代也为越人所掌握。广西贵县（今贵港）罗泊湾汉墓出土有不同品种标志字样的木牍和稻谷，可见选种和优良品种的培育已经受到重视。[5] 另外，水稻的“一岁冬夏再种”规律及技术也被掌握。

在畜牧业方面，滇人、越人等已有各种家畜和家禽，拥有牛、马、羊等达数十万的部族亦不少。有关的出土文物甚多。

二、纺织技术

秦汉到三国时期，南方的纺织技术较春秋战国时有了明显的进步。纺织材料和品种都增多了，地域也扩大了。南方少数民族的一些纺织品在中原都有较高的声誉，成为重要贡品。

在西南地区，纺织技术有了较大变化。云南晋宁石寨山墓群中出土的材料反映了这种变化。晋宁石寨山一号墓属西汉时期，墓中出土的青铜贮具器盖上有一组纺织作坊的铸铜图案（图 1.2.3.1）。图中共铸铜俑 6 人，其中有人纺线，系用手捻；有人织布，所用织机为腰机；最后一人右旁置一案，案上有织成的

---

① 《后汉书》卷 86，《南蛮西南夷》。

② 呈文：《东汉水田模型》，载《云南文物》，(7)，74 页。

③ 李衍垣：《贵州农业考古概述》，载《农业考古》，1984(1)，239～249 页。

④ 广东文管会：《广东佛山市郊澜石东汉墓发掘报告》，载《考古》，1964(9)，448～457 页。

⑤ 蒋廷瑜：《广西汉代农业考古概述》，载《农业考古》，1981(2)，61～68 页。



图 1.2.3.1

布二匹,案中间置石器一个,大概用于把布磨光。另有管理者,奴隶主及侍者等。这是一个由纺到织再到成品处理的全过程的缩影。通过这个画面,可知处于奴隶社会的滇人的纺织作坊所用的工具虽较原始,但已有了不同工序的分工。值得注意的是,图中的奴隶属七八个部落,不是单一民族。这一方面说明滇人的纺织业已成了重要的生产部门,另一方面也反映了滇池地区纺织业的普及,是多民族共同发展起来的。江川李家山古墓出土了以腰机为主的成套纺织工具。结合上述纺织场景,可知滇人当时主要用腰机织布。

哀牢夷是西南夷一支,因居住生活在哀牢山地区而得名,是今日傣族的先民。至迟在东汉时,他们的纺织技术已达到了较高水平,在西南各少数民族中居先进地位。《后汉书》记哀牢夷的活动指出,"土地沃美,宜五谷、蚕桑。知染采文绣、罽毲、帛叠、兰干细布,织成文章如绫锦。有梧桐木华,绩以为布,幅广五尺,洁白

不受垢污。先以覆亡人,然后服之”。[①]《华阳国志》也说:“土地沃腴,有……蚕桑、绵绢、采帛、文绣。”又:“有梧桐木,其华柔如丝,民绩以为布,幅广五尺以还,洁白不受污,俗名桐华布。以覆亡人,然后服之及卖与人。有兰干细布——兰干,僚言纻也。织成文章如绫锦。又有罽旄、帛叠……”[②] 晋人华峤的《后汉书》也有类似的记载。[③]

这些记载表明,汉代哀牢夷的纺织技术已达到相当高的水平。他们不仅种桑养蚕,而且还利用木棉、毛及苎麻等纺织材料,其纺织品种类繁多,有罽毲、瀱旄、帛叠、采帛、文绣、绵绢、兰干细布、桐华布、织成等。其中织成是一种精美织品,采用了挖花技术。[④] 在少数民族地区,哀牢夷最先开始纺织这种织品。

哀牢夷有高超的纺织技术,他们在印染、绣花、挑花等方面已相当成熟,“知染采文绣”、“织成文章如绫锦”。哀牢夷的染色原料尚不清楚,只知道某些动物血被他们用作红颜料,《华阳国志》在讲到哀牢夷的物产时说:“又有貊兽食铁、猩猩兽能言,其血可以染朱罽。”[⑤]可见毛纺品罽是用血来染红的。

桐华布,又称橦华布,这种利用“梧桐木华”纺织成的棉布是许多少数民族的纺织产品。除哀牢夷外,在永昌地区的其他部族也利用“梧桐木华”纺织。如“黑僰濮,在永昌西南,山居耐勤苦。其衣服妇女以一幅布为裙,或以贯头……其境出白蹄牛、犀、象、武(琥)魄、金、桐华布”。[⑥] 还有一个部族称为“木棉濮”,因其地

① 《后汉书》卷86,《南蛮西南夷列传》,2849页,中华书局校点本。

②⑤ 《华阳国志校注》,430~431页,巴蜀书社,1984。

③ 《太平御览》卷820,《布帛部七》。

④ 陈维稷主编:《中国纺织科学技术史(古代部分)》,361页,科学出版社,1984。

⑥ 《太平御览》卷791,卷963,引郭义恭《广志》。

产木棉而得名。[1]木棉濮当然也是善于利用木棉者。又"有上方、下方夷,亦出〔桐〕华布"。[2] 可见在滇西南的永昌及其周围的广大地区,许多民族都会织桐华布。

百越民族在春秋战国时已有相当好的纺织基础,秦汉至三国时,越人及其后裔的纺织技术有了新的进步。在广西、广东、福建、海南等广大地区都有木棉、苎麻等产品,还有葛纤维、芭蕉纤维和竹木纤维等织品,生产出不少名贵产品。

汉代,岭南骆越、南越等越人的葛布在中原很有影响。《史记·货殖列传》记"九疑、苍梧以南至儋耳者",有"珠玑、犀、瑇瑁、果、布之凑"。韦昭注:"布,葛布。"《汉书·地理志》也有相同的记述。葛布在当时是岭南的重要贡品,其中郁林地区生产的郁林布十分名贵。《太平寰宇记·郁林县》记:"蕉细布,一号郁林布,比蜀黄润。古称云:筒中黄润,一端数金。《淮南子》云:弱緆,细布也。《汉书》云白越,即此布也。"西晋时禁民服用的越布,就是汉郁林郡骆越和西瓯等生产的葛布。[3] 在海南岛的黎族先民善织广幅布,"民皆服布如单被,穿中央为贯头"。汉武帝末,因调广幅布而引起当地人的反抗。[4] 广幅布可能是一种木棉布,幅宽约五尺左右,比内地布幅大,故名。哀牢夷的桐华布,与此相类。[5] 说明汉代这些民族对纺织机有了新的改进,能织出更宽的布,比江西贵溪墓出土的纺织器材所反映的情况更好一些。

百越民族广泛使用丝、麻和芭蕉等纤维来织造。三国时,岭

---

① 《太平御览》卷791,卷963,引郭义恭《广志》。

② 《华阳国志校注》,448页。

③ 李炳东:《广西少数民族利用植物纤维织造史考述》,载《中国少数民族科技史研究》第五辑,188～196页,内蒙古人民出版社,1990。

④ 《后汉书》卷86,《南蛮西南夷列传》,2835页。

⑤ 周振鹤:《古代少数民族在棉作和棉纺织方面的成就》,载《中国少数民族科技史研究》第三辑,161～167页,内蒙古人民出版社,1988。

南有“八蚕之绵”，这是交州所产多化性蚕茧制成的丝绵。[1] 海南岛的黎族先民“男子耕农，种禾稻苎麻，女子桑蚕织绩”。[2] 在南越王墓中发现了“麻布”、“麻绳”、“丝织衣物”痕迹。[3] 广西贵县罗泊湾西汉墓中出土了麻籽、麻鞋、麻布袋、麻布袜等麻质材料。[4] 广西、广东的少数民族是我国最早利用蕉麻织布者。关于岭南用芭蕉纤维织布的记载出现于东汉，杨孚《异物志》说：“芭蕉叶，大如筵席，其茎如芋，取镬煮之如丝，可织绩，女工以为絺绤，今交趾葛也。”三国时万震《南方异物志》说“取以灰练之，可以纺绩”。晋代亦有记载。芭蕉纤维含胶量大，必须脱胶方可纺织。东汉时“取镬煮之如丝”，三国时“以灰练之”，这些脱胶工艺在当时是比较先进的。灰中含有碱性物质，利于脱胶。[5] 三国吴人陆玑提到了“越南苧布”的脱胶工艺与此相类。[6] 在三国时，乌浒人“又能织班布，可以为帷幔”。班布是色织棉布，万震的《南方异物志》记载了其纺织工艺。海南岛的“蛮人”亦能织班布。陆玑《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》中提到江南人用楮树皮做布和造纸，直到近代台湾的土著民族仍在做树皮布。[7] 在3世纪时台湾的“山夷”“能做细布，亦做班文布”。考古资料表明，台湾的纺织史早在

---

① 杨宗万：《从“乡贡八蚕之绵”探索我国南方蚕业的起源》，载《农史研究》，1982(2)，95～104页。

② 《汉书》卷28下，《地理志第八下》。

③ 广州象岗汉墓发掘队：《西汉南越王墓发掘初步报告》，载《考古》，1984(3)，222～230页。

④ 广西文物工作队：《广西贵县罗泊湾一号墓发掘简报》，载《文物》，1978(9)，25～43页。

⑤ 李炳东：《广西少数民族利用植物纤维织造史考述》，载《中国少数民族科技史研究》第五辑，191～192页，内蒙古人民出版社，1990。

⑥ 陈维稷：《中国纺织科学技术史(古代部分)》，137、386页，科学出版社，1984。

⑦ 龙村倪：《台湾兰屿雅美族造舟与花莲阿美族树皮布》，载《中国少数民族科技史研究》第四辑，196～210页，内蒙古人民出版社，1989。

5 000 年至 2 000 年前就有了。[1]

蜡染技术，是秦代时西南少数民族的发明，后来传到中原。[2]

三、金属使用与冶金技术

秦汉时期，在南方广大区域内，冶金技术发展不平衡，有的先进，有的落后，但从总体上看，这一时期处于青铜器向铁器时代过渡的阶段。

秦到西汉中期，南方大部分地区仍处于青铜器时代或青铜与铁并用时期。在西南，滇池地区正处于青铜器的高潮期，滇人的青铜冶炼和铸造技术达到了很高的水平。云南有丰富的制造青铜器的铜、锡以及铅等金属矿藏资源，《汉书・地理志》记，益州郡内铜、锡、铅产地有俞元、律高、贲古等地，相当于今澄江、江川、玉溪、通海、河西、个旧、蒙自、峨山等地，可见汉代这些地区的铜、锡等矿已得到大量开采，并有一定的影响。居住在那里的以滇族为主的少数民族已经完全掌握了采矿和冶炼技术。

大量的青铜器出土文物反映了自战国至秦汉时期，滇人青铜文化的发达情况。云南境内出土了数量很大的青铜器，其中尤以晋宁石寨山古滇国王族墓葬群[3]和江川李家山古墓葬群[4]出土的青铜器为最有代表性。例如，石寨山古墓群出土青铜器两千多件，包括各类生活用具、生产工具、兵器和其他器物。最引人注

---

①② 陈维稷：《中国纺织科学技术史（古代部分）》，137、386 页，科学出版社，1984。

③ 晋宁石寨山古墓群先后 4 次发掘，见云南省博物馆：《云南晋宁石寨山古遗址及墓葬》，载《考古学报》，1956(1)；《云南晋宁石寨山古墓群发掘报告》，文物出版社，1959；《云南晋宁石寨山第三次发掘简报》，载《考古》，1959(9)；《云南晋宁石寨山古墓第四次发掘简报》，载《考古》，1963(9)。

④ 《云南江川李家山古墓群发掘报告》，载《考古学报》，1975(2)。

目的是铜鼓和贮贝器,其年代大多为西汉时代。大批青铜器的出土,表明当时西南民族的青铜业已达到了大规模、高质量生产水平。出土的青铜器反映了高超的冶炼水平和精湛的铸造技术。当时滇人已掌握了鎏金、错金、镶嵌、焊接、镀锡、铆接等一系列工艺技术。在贮贝器和铜鼓上铸有各类题材的大型场面和图像,如"纺织"、"籍田"、"祭祀"、"贡纳"、"战争"、"放牧"、"舞蹈"、"竞渡"等;又镌刻有大批人物,有3 400个。这些场景形象逼真、生动,体现了高超的制作艺术。完成这些作品,必须有专门的工匠和精密的分工,以及不同工匠间的密切配合。[①]

东汉以后,云南的铜锡产地又增加了朱提、永昌等地。[②] 朱提和堂狼以产铜洗著名,有大量的"朱提造"和"堂狼造"等字样的铜洗被发现。容庚《汉金文录》收录汉代铜洗176件,有半数出自这两个地方。

战国至西汉的夜郎也处于青铜时代,在贵州的7～8个县出土了大批属于夜郎时期的青铜器[③],其中普安铜鼓山遗址还有铜器铸范出土。在百越地区,秦至西汉仍以青铜为主,南越和骆越的青铜业较为发达。南越在赵佗时曾有大型采铜矿冶基地。今阳春县北80里的"铜山,昔越王赵佗于此铸铜",那里从战国就开始冶铸青铜。在海丰宝楼出土有石斧范、石铃范,香港也出土了范。[④] 西汉南越王墓中出土大量的青铜器和铸范。[⑤] 骆越善造铜鼓,青铜业十分发达。在北流县铜石岭有一处属于西汉至西晋

---

① 冯汉骥:《晋宁石寨山出土铜器上所表现的生产力和生产关系》,转引自方国瑜:《彝族史稿》,76页,四川民族出版社,1984。

② 《后汉书》卷86,《南蛮西南夷列传》,《华阳国志》卷4,《南中志》。

③ 李衍垣:《夜郎青铜时代的文物》,《夜郎考》第二辑,贵州人民出版社,1981。

④ 蒋炳钊等:《百越民族文化》,182页,学林出版社,1988。

⑤ 广州象岗汉墓发掘队:《西汉南越王墓发掘初步报告》,载《考古》,1984(3),222～230页。

时期的大型铜矿冶炼和铜鼓制造遗址。铜矿址方圆约3平方千米，有大量炼渣堆积。还有深20米的铜矿井7个，井中有木质支架。在200余平方米的发掘地发现了炼炉14个，灰堆9个，残鼓风管数十节，以及炉渣、矿石、木炭、陶片等[①]，还有铜鼓碎片及铜锭等出土。在相邻的容县西山也有古代铜冶遗址，在10多个山岭上都有铜渣堆积，还发现了铅锭、铜锭等。[②] 由此可见骆越民族的青铜冶铸业之发达程度。

西汉武帝时对南方的统一，促进了各民族的交流和冶金技术的进步。西南夷、百越等许多民族从此开始走向铁器时代。西南滇人的用铁记录，首先见于《后汉书》，滇池、不韦是产铁之地。至汉代滇人开始大量用铁，石寨山古墓群中出土铁器100余件，江川李家山古墓中也有不少汉代铁器。1958年在福建武夷山崇安城村城遗址发掘得汉代铁器71件。[③] 广东地区在汉代以后才开始普遍用铁，出土了不少铁器。[④] 广西的平乐、全州、合浦、贵县等地也出土了铁器。

南方地区使用铁器的例子在先秦也有一些，但数量极少。汉代才使铁器的使用率大大提高，青铜器开始向铁器过渡。此前，滇、百越等族的铁器主要靠外部输入。在西南地区，何时开始进入铁器阶段，60年代曾有相当热烈的讨论。

秦汉至三国时期，南方少数民族对金、银、铅、镍、白铜等金属也进行了开发利用。《史记・货殖列传》记江南出"金、锡、连"，徐广注曰：连，"铅之未炼者"。在西汉时，铅已被云南的民族用于

① 广西地质局第六地质队：《广西北流民安铜石岭矿地质普查报告》，1966。

② 万辅彬等：《俚人铸造铜鼓考》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，202～208页，内蒙古人民出版社，1988。

③ 林蔚文：《福建农业考古概述》，载《农业考古》，1984(1)，223～226页。

④ 杨式挺：《关于广东早期铁器的若干问题》，载《考古》，1977(2)，97～106页。

青铜合金中，百越在春秋战国时已有铜、锡、铅合金。金、银的使用范围更为广泛，滇人的金、银制品较发达。东汉时，益州西部“金银宝货之地，居其官者，皆富及十世”。[1] 朱提的银冶也相当发达，“朱提银”在东汉时是质量最好的，价值比他处的高一半。

四、造船、建筑与医学

滇、越都是习水操舟的民族，船舟在他们的交通中占有重要地位。晋宁、江川等地铜鼓或贮贝器上的图像反映了滇人竞渡的情况。图像中有不少划船竞渡的船形纹。其船型身长狭窄，比较轻便，未见有帆、桅等图像，而都是用短桨，船舵则皆以“梢”代之。[2] 江川李家山铜鼓图像上铸一平底船，上坐4个操楫羽人，船头和船尾两端上翘，尾似鸟首形，重要的是尾底明显有三角形船锚。[3] 有人认为石锚大致有50～250千克。[4] 滇人常在湖泊河流中行船。他们的造船技术应该产生较早。在战国末期，楚蹻人滇时，就有船队，他们乘船进攻并征服了夜郎，到达滇池区域。滇人的造船技术应受到一定的影响。东汉初，哀牢人用箄船载兵攻击鹿爹人，但船只过简，经不起大风急流袭击而倾覆，溺死数千人。[5] 这从一个方面说明哀牢人也能造船。

在春秋战国时百越已有丰富的造船经验。秦汉之际对南越征伐战争，水战占了重要地位。秦汉军队有船，越人也极备战船，与之相抗。闽越长于行舟，他们“伐材治船”[6]，就连死人都用船棺来葬。广西贵县罗泊湾汉墓出土的铜鼓有双身船纹，这可能是

---

① 《华阳国志》卷4，《南中志》。

② 冯汉骥：《云南晋宁出土铜鼓研究》，载《文物》，1974(1)，51～61页。

③ 云南博物馆：《云南江川李家山古墓群发掘报告》，载《考古学报》，1975(2)，134页。

④ 石钟健：《中国船只到达美洲的文物证据》，载《思想战线》，1983(1)。

⑤ 《后汉书》卷86，《南蛮西南夷列传》。

⑥ 《汉书》卷64上，《严助》。

一种双独木舟。1970年在连江浦口发现了西汉时闽越的樟木独木舟，长7.1米。南越在汉代时造船业发达，出土的汉代南越船模型有陶质和木质的。1955年在广州东汉墓出土的陶船模型中有尾舵，这是船舶技术上的一大进步。[①] 1974年在广州发现的秦汉造船工场遗址，反映了造船技术的高度发展。该船场规模巨大，有3个平行排列的造船台，采用船台和滑道下水相结合的原理，滑道由枕木、滑板和木墩组成，可以建造载重量达50～60吨的大型木船。[②] 可见，秦汉时南越造船技术已达到了很高的水平。这个造船场的出现可能与秦朝统一南越有关，但无论如何肯定有越人参与。

秦汉时滇、越等族的住房仍以干栏式为主，这种建筑在南方十分盛行。西南地区，早在元谋大墩子遗址、剑川海门口、昆明西山小邑村等遗址中就有建筑遗迹发现。元谋大墩子遗址发现完整房基15座。早晚两期属木结构建筑，四周树立木柱，屋顶似属稍作倾斜的平面结构。[③] 剑川遗址和小邑村遗址都发现了成排的木柱遗存，可能是干栏建筑的遗址。晋宁出土3件干栏式房屋模型。典型的一座分上下两层，上层房屋周围三面有栏板，上下有架梯。在东南百越地区，建筑已出现多样化的情况，既有干栏式，又出现了其他形式。福建崇安汉城遗址有整排的大柱洞，被认为是低栏杆建筑。[④] 广西、广东汉墓则出土高栏杆陶屋模型，屋顶有圆顶、悬山等式样。[⑤] 广西合浦出土的铜屋模型，平面呈长方形，屋顶为悬山式，檐上前后各饰有瓦垄，并铸出板瓦状，其

---

① 杜石然等：《中国科学技术史稿》(上)，214页，科学出版社，1982。

② 广州市文管处等：《广州秦汉造船工场遗址试掘》，载《文物》，1977(4)，1～17页。

③ 云南博物馆：《元谋大墩子新石时代遗址》，载《考古学报》，1977(1)。

④ 林蔚文：《古代南越人建筑述略》，载《中南民族学院学报》，1985(4)。

⑤ 广州市文管会：《广州出土汉代陶屋》，文物出版社，1958。

结构和饰物明显受到了中原的影响。① 总之，秦汉时，百越地区的建筑开始与中原建筑有了密切的联系，既保留了干栏的特点，又受到中原影响。

另外，滇、越在其他方面也有一些成就。例如，在医学方面，他们不仅熟悉不少草药，而且积累了一定的医学知识。文献中关于百越和滇人的草药有一些记载，如《华阳国志》卷四"南中志"记当地出产的药物有升麻、附子、桂、姜、犀角、象齿，堂狼县出产"杂药"等。南方瘴毒甚多，因此许多民族都有一套治瘴经验。在卫生习俗方面，有鼻饮、火葬、吃槟榔等。值得指出的是，南方民族在使用微针方面有突出贡献。广西贵县罗泊湾一号西汉墓中出土了银针三枚，这是越人的医疗工具。② （郭世荣）

① 广西壮族自治区文物考古写作小组：《广西合浦西汉木椁墓》，载《考古》，1972(5)，20～30页。

② 钟以林：《广西贵县出土银针考》，载《中国少数民族科技史研究》第三辑，124页，内蒙古人民出版社，1988。

第三章　西晋到唐末各民族的科技

西晋以来，北方的鲜卑、乌桓等族达到极盛时期，鲜卑族建立了北朝政权。西域的各民族继续发展。以乌蛮为主，包括白蛮在内的南方各民族建立了南诏地方政权，唐初先后册封当地的首领为“刺史”、“云南王”和“南诏王”。这些民族和汉族关系密切，互相学习，推动了科学技术的发展。本章将按地区分为三大片，即北方(包括东北)、西北和南方，各为一节，分别加以论述。西南的藏族科技，将以专章介绍，这里不再列入。

第一节　鲜卑等北方民族的科技

西晋以来，除在汉代就已十分活跃的匈奴族外，鲜卑、乌桓、柔然、敕勒、突厥及东北的靺鞨等民族比较活跃，在北方影响较大。各民族的大融合和互相影响，既促进了各少数民族的科技知识的发展，也有利于中华科技文化的传播。本节分四部分介绍北方民族的科技。

一、数学和天文历法知识

刻契记数及用实物记数在鲜卑、突厥、柔然等民族的早期都被使用过。鲜卑族在早期“不为文字，刻木记契而已”。突厥人“无文字，其征发兵马及诸税杂畜，刻木为数……”柔然人“无文字，将帅以羊屎粗记兵数，后颇知刻木为记”。这都是这些民族早期情况的记载。后来，各民族都有进步，尤其是与中原接触的过程中，提高很快。柔然就是一个重视数学的民族，其国相希利垔“解星等算术，通胡、汉语”，是一位具有一定数学和天文历法素养的人。北朝綦母怀文曾与一位柔然“算者”有过接触，为其算术

所服。他"昔在晋阳为监馆，馆中有一蠕蠕客，同门胡沙门指语怀文云：'此人别有异算术。'乃指庭中一枣树云：'令其布算子，即知其实数。'乃试之，并辨若干纯赤、若干赤白相半。于是剥数之，唯少一子。算者曰：'必不少，但更撼之。'果落一实。"[1]这个记载肯定过分夸张了，但说明柔然人中有精于数学者。

在我国历史上，汉族有一种算袋，专门用于随身携带算筹。在辽代时，契丹人使用过，并规定五品以上的汉族文官必须佩带算袋。宋代沈括经仔细研究，认为备有算袋的胡服应始于北朝。[2] 这种观点大概是对的。前面提到的柔然算者随身带着"算子"，即算筹，他的服装上应有算袋。算袋不为柔然人所特有，鲜卑等民族也应使用过。随身携带算筹这件事本身说明北方民族对数学是很重视的。

拓跋鲜卑在北方建立政权，国号魏，史称北魏。北魏统治者对数学有所注意，把精通数学、天文历法和堪舆的殷绍调进宫中，担任顾问和教师。

比较强盛的北方民族在天文历法方面都受到中原影响，他们早期的天文历法知识比较原始，随着民族的发展、天文历法知识也在不断进步。北魏时敕勒人认为"天似穹庐，笼盖四野"。面突厥人则"不知年历，唯以草青为记"。"候月将满，转为冠抄"。他们没有历法概念，仅以草木荣枯来判断季节。不过对月亮圆缺有所认识，"敬日出之所"。[3] 到了隋代突厥人开始使用天文仪器，隋文帝曾以他们"偷存晷刻"而下令讨伐之。唐代突厥人有十七重天的思想，并用动物名称记年。突厥人阿史德设计的单于都护府城垣呈奎宿状，从中可以看出突厥人在天象观上受汉族的影

①《北齐书》卷49，《綦母怀文》；《北史》卷89，《綦母怀文》

② 沈括：《梦溪笔谈》卷1。

③《北史》卷99，《突厥》。

响，以及他们对天的遵从和信仰。[1] 公元5世纪时，柔然人较为强盛，和南北朝均有联系。他们曾向南朝齐政府提出要求，希望能知道如何制造天文仪器和医疗器件，表示出了研究天文历法的愿望。居住在东北的靺鞨族是渤海国的主体，受唐朝的影响很大，他们引进了唐代的天文历法。

在中原或北方建立了政权的少数民族，大都仿效汉族政权建立了天文历法机构，组织人力进行研究工作，这是汉化的表现之一。前赵刘曜（匈奴族）于公元321年命人铸浑仪，325年又铸土圭。[2] 羯族石勒灭了前赵，焚了刘氏宫殿，但"徙浑仪、乐器于襄国"，可见羯族对天文仪器的重视。石勒之从子石季龙不仅有专门天文机构，而且在宫内"置女官十有八等，教宫人星占及马步射。置女太史于灵台，仰观灾祥，以考外太史之虚实"。[3]让内宫女子学习掌握天文、星占，并设女太史观察天象，这在中国天文史上实属罕见，大规模地教授女子学习天文也是史无前例的。[4] 北凉的统治者沮渠蒙逊本人就"颇晓天文，为诸胡所归"。[5] 北凉政权采用了赵𢾺的《元始历》，这在当时是一部先进的历法。

慕容鲜卑建立的几个政权和北朝各代都有天文历法机构。永兴四年（412年）北魏统治者命太史令晁崇和鲜卑族天文学家解兰共同主持制造了我国历史上第一台铁浑仪，并采用了十字"水平"，这在当时是很先进的。北魏曾组织人力集中研究天文历法，"永熙中（532～534年）诏通直散骑常侍孙僧化与太史令胡

① 陆思贤：《唐单于都护府城垣反映的古代城建天道观》，载《中国少数民族科技史研究》第五辑，44～53页，内蒙古人民出版社，1990。

②③ 《晋书》卷16，《律法上》，卷106，《石季龙上》。

④ 郭世荣：《公元三世纪到九世纪我国北方少数民族的科技成就》，载《中国少数民族科技史研究》第五辑，18～33页，内蒙古人民出版社，1990。

⑤ 《魏书》卷99，《卢水胡沮渠蒙逊》。

世荣、张龙、赵洪庆及中书舍人孙子良等，在门下外省校比天文书。集甘、石二家星经及汉魏以来二十三家经占，集为五十五卷。后集诸家撮要，前后所上杂占，以类相从，日月五星、二十八宿、中外官图，合为七十五卷"[1]，这些工作与少数民族的领导和参与有密切的关系。北魏安丰王元延明(482～528年)是鲜卑族中一位科学家，他对天文历法极有兴趣，收集了大量图书与科学仪器，"撰古今乐书、《九章》十二图、又集《器准》九篇"。[2]天文学家信都芳是他的宾客之一。《器准》实际上是他们合作的结果。元延明还向祖冲之的儿子祖暅学习过。祖暅曾被俘入北方，元延明把他安排在自己家中，让他和信都芳一起研究讨论，促进了南北交流。

1974年2月在河南洛阳市北发现了北魏江阳王元x墓，墓中壁画上的一幅天文图与鲜卑族有直接关系。这幅星图包括星辰300左右，星星呈小圆形，亮星间有连线，表示"星宿"。也有些单个的星，可能是做陪衬用的。图中银河纵贯南北，河中涂有浅蓝色波浪，以示"天河"。这幅星图反映了当时的实际星空。[3]

二、农牧业与医药卫生

鲜卑、敕勒、柔然、突厥等民族都是靠畜牧业发展起来的，畜牧业和狩猎业是他们的主要生产部门。因而北朝设有专门的畜牧业管理机构，并有管理马政、羊政、驼政的分机构。北方各民族在长期的生产实践中形成了极为丰富的畜牧业经验，尤其是在培育优良品种方面有不少成就。羊、马、牛、驼、驴、骡是他们的主要家畜，不仅数量多，而且品种优良。北方各民族都有丰富的养马经验。北魏时鲜卑人出于军事需要而非常重视军用马匹的培

①② 《魏书》卷91，《张渊》，卷20，《元延明》。

③ 《洛阳北魏元x墓的星象图》，载《文物》，1974(12)，56～60页。

育。为了使马匹能够适应不同的地理和气候环境，他们采用逐渐转移牧场的方法来保证马匹“习水土而无死伤”，以备军用。突厥人培养了闻名于世的优良马种，“突厥马技艺绝伦，筋骨合度，其能致远，田猎之用无比”。[1] 骨利干人的良马个大行走快捷，“首似橐它，筋骼壮大，日中驰数百里”。[2] 东北的扶余人在汉代就以善于养马而著称，名马是其特产之一。[3] 渤海的“率宾之马”在唐代也很有名声。北魏时契丹人也以其良马而为人所知。北方民族养马技术是在长期实践中总结出来的，正是因为他们对马的生活习性和生理特点有了深刻的观察和研究，才培育出了一些新的优良品种。

养驼也是北方草原民族的特长，北魏的河西牧场有骆驼百万余峰，可见养驼技术之高和养驼事业的兴盛。西域著名的“明驼”在北朝时被引进到中原，这是一种善行走的快驼。同时“相驼术”也出现在北方。[4]

在养猪方面，东北的一些民族有较高的技术和先进的经验，例如，室韦人培育的猪种个头很大。渤海国靺鞨等民族在养猪上也很有特长，“鄚颉之豕”是他们培育的良种，当时在渤海有饲养几百头猪的养猪大户。

一些以畜牧为主的民族在定居之后开始饲养鸡、鸭、鹅等家禽，并学会了农业生产。五胡十六国时的各个政权都把农业视为重要生产部门。后赵石勒多次劝农课桑，并对发展农业有贡献者予以奖励，规定“农桑最修者，赐爵大夫”。羌族苻坚在其统治区

---

① 《唐会要》卷172。
② 《新唐书》卷217下，《回鹘》。
③ 《后汉书》卷85，《扶余》。
④ 贺新民、杨宪孝：《中国骆驼发展史（下）》，载《农业考古》，1981(2)，122～133页。

内推行"区种"法等先进农业技术，并开辟渠道，引泾水灌溉，兴修水利。鲜卑族初不事农，入中原后，大力推行农业，制定了一系列有利于发展农业的政策，并实行"计口授田"制，对后代隋唐有很大影响，均田制就是在此基础上发展起来的。北魏实行汉化政策，促进了北方民族向农业方面转化和发展。当时除了牛耕外，还"有以马驴及橐驼供驾挽耕载"[①]者，把骆驼用于农业生产。贾思勰的《齐民要术》总结了北方干旱地区的农牧业生产和农牧副产品的加工等方面的技术，其中有不少内容与少数民族有直接关系。

居住在东北的一些民族对农业比较精通。室韦人"剡木为犁，人挽以耕"。南北朝时勿吉人种植粟、麦、稷、葵等粮油作物，并会酿酒。靺鞨族的先民挹娄在汉代时就以农、牧、狩猎并举，出产"五谷麻布"。到了唐代，靺鞨人建立的渤海国以农为主，广泛使用各种铁农具，他们继承其先民的农业生产，种植粟、麦、稷、葵、豆类等农作物，并栽种果树。培育出一批良种来，如卢城之稻、九都之李、乐游之梨等都是有名的特产。[②] 渤海的水利灌溉系统和渔业生产也很发达。居住在鲜卑族故地的奚族已经会利用地下窖来保存粮食，防止腐坏。

北方民族的农业生产对中原有过影响，如辽西的垄作方法、东北的农具(批契、窍瓠)及一些农作物如冬葱等都传到了中原，其中垄作技术原产生于中原，但后来不用了。西域的一些农作物和技术也由北方民族带到了中原和东北。

北方民族在与疾病斗争中，对医学和保健有一定认识。鲜卑、柔然、突厥、靺鞨等族都有自己的巫医。巫医是原始医术和巫

① 《魏书》卷110,《食货志》。
② 《新唐书》卷219,《渤海》。

术相结合的结果。在汉代时乌桓和鲜卑人就有了一定的医疗经验,他们掌握了艾灸、放血、热熨等医疗技术。他们"无针药","知以艾灸,或烧石自熨,烧地卧上,或随痛病处,以刀决脉出血"。[1] 这些医疗方法对后来蒙古等民族的医学有直接的影响。靺鞨等民族也采用拔罐、针灸等方法治病。[2] 在药物方面,各民族都有自己的草药。草原和森林中丰富的药材有不少被北方民族所利用。渤海人在森林中采集大量药材销往中原地区,并出口到朝鲜和日本。有些民族会制作药物,如匈奴的宇文莫槐"秋收乌头,为毒药,以射禽兽"。乌头是一种剧毒草本植物。北凉牧健用毒药"隐窃杀人乃有百数"。他既会制毒药,又会制解毒药。勿吉人也使用过毒箭。

鲜卑、靺鞨等民族建立政权后,都建立了一套官府医事制度,设有医事机构和药物机构。

三、手工业

畜产品加工是草原民族的特长。鲜卑、柔然、敕勒、突厥等民族不仅能利用他们所拥有的丰富的皮、毛、肉、奶、角等动物资源来满足自己的需要,而且用这些东西来换取自己缺少的货物。奶食品的制作和奶酒的制作很普遍,这是为了满足自己饮食需要的日常生产。皮毛加工在对外交换中起着重要的作用。北方民族的貂皮、貀皮、鼲皮、虎皮、狮皮、豹皮、熊皮等一直在中原有极高的声誉,渤海人甚至把裘皮远销到日本去。他们还制作一些毛毡、皮裤褶等日用皮毛产品。

游牧民族大都以毡帐为居所,鲜卑、柔然、敕勒、突厥等民族都掌握了制造穹庐的技术。阴山岩画中有突厥人的穹庐画,其结

[1] 《三国志·魏志》卷30,《乌丸鲜卑东夷列传》裴注引《魏书》。

[2] 张文宣:《我国古靺鞨族医疗保健史的探讨》,载《中华医史杂志》,1984(1),25~27页。

构与今蒙古包类似。[①]

在纺织方面，鲜卑、敕勒等民族都很早就学会了用毛纺织加工衣服。鲜卑入主中原后制定了一系列政策促进蚕桑业的发展。靺鞨族的纺织技术很发达，他们不仅从内地购进大量丝麻等原料，而且还从日本大量进口丝。[②]

北方民族在造车、造船方面也有一定的经验。敕勒和柔然入都以善造车而著称，特别是敕勒因"车轮高大、辐数至多"而被中原人称为"高车"。他们的车轮有自己的特点，不同于中原的车。室韦人也善造车，他们的大车既是外出猎射的运输工具，又是居所。十六国时，后赵的造车技术很高，石勒等贵族拥有数量极为可观的各种大小的车辆，并且有造车专家为他们服务。

解飞是后赵时高车族的一个部族名或一个家族的姓，其中有一位著名的造车专家[③]，史书上称为解飞。他曾制造了指南车、记里鼓车、行碓车、舂车、磨车、旃檀车、格兽车等各种用途的车辆。这些车辆既有用于粮食加工及定方向测距离等实用性很高的先进工具车，也有专供皇家贵族们观玩的宫廷用品。解飞的车辆中采用了一些先进的技术，例如车的传动系统就十分精致，其中用到了齿轮和凸轮，技术要求很高，有的车由多个系统组成。

在海上交通工具方面，十六国时，一些少数民族统治者就利用船只进行运输，其中后赵曾造过大型船只，为了从洛阳运送所获战利品，制造了万斛舟，这应该是载重量很大的船只。东北的民族与海、河的联系更多，他们使用船只的机会也更多一些。南

① 盖山林：《阴山岩画》，77页，内蒙古人民出版社，1985。

② 李殿福等：《渤海国》，87页，文物出版社，1981。

③ 张广文：《解飞姓氏、族别考》，载《中国少数民族科技史研究》第一辑，115～121页，内蒙古人民出版社，1987。

室韦曾用皮革和草薪等做成渡水工具，他们“渡水则束薪为筏，或有以皮为舟者”。[①] 南北朝时勿吉人会造木舟，用以捕鱼和交通。渤海国时期，以靺鞨为主体的东北民族的造船业十分发达，他们所造船的数量多，质量高，载重量大。靺鞨等族不仅利用船运输货物、贡品等到中原，而且远航日本，仅大钦茂时期(738～793年)就达12次。赴日船队有时达17艘，有时60～70人同船而行，船上还要运载礼品和贸易的货物等，所以船的实际载重量是很大的。[②] 另外，东北的个别民族在南北朝时期已开始“骑木而行”[③]，可见已能制造滑雪工具。

北方少数民族在金属加工和冶炼方面也有一些成就。十六国时，匈奴族的赫连勃勃拥有一些精美的金属制品，其中百炼钢刀“大夏龙雀”十分著名，可见他们的金属加工技术是相当高的。后赵开辟了专门的矿业基地，开采铁矿和炼铁，以及冶炼其他金属。柔然和突厥则以擅长冶铁和铸造而闻名。柔然人不仅自己开矿冶炼，而且强迫突厥人做他们的“锻奴”；突厥人用金属制品武装了自己，他们制造铁兵器、生产工具和日用工具，是古代很擅长冶铁和铁器加工的民族。[④] 曾长期统治北方的鲜卑族在汉代时就从中原获得铁器和铜器。在汉代的鲜卑族墓中出土了大批金属器具，包括各种铁兵器、铁马具、铜饰等。[⑤] 鲜卑人从中原购进“精金良铁”，然后进行加工。三国时中原的一些汉人逃到了鲜卑地区，促进了他们的金属加工技术。到了北魏时期，鲜卑人的冶铁技术有了很大的提高，他们以官府的名义建立了一些冶炼基地，设官冶制造兵器和农具。他们还从中原迁进了大批工

---

①③　《北史》卷94，《室韦》。

②　白沫江：《渤海的造船业》，载《学习与探讨》，1982(2)。

④　马长寿：《突厥人和突厥汗国》，17～18页，上海人民出版社，1961。

⑤　郑隆：《内蒙古札赉诺尔古墓调查记》，载《文物》，1961(9)，16～19页。

所,建立作坊,进行加工。有的作坊"有悬食瓦房数十间"[1],规模较大。北朝綦毋怀文对灌铜技术有很大改进和提高,他造的宿铁刀锋利无比,"斩甲过三十札"。其工艺是:"烧生铁精以重柔铤,数宿则成刚。以柔铁为刀脊,浴以五牲之溺,淬以五牲之脂。"[2]这种用牲畜尿和脂肪淬火的工艺是一项重要发明,被沿用很久。綦毋怀文应是屠各匈奴的后代。[3]在东北地区,汉代已有了铁农具。隋唐时铁器已相当普遍,用于交通、手工业、军事、农业等多方面。渤海国有重要的铁产地,铁州以出铁而得名。"位城之铁"在唐代极为有名。渤海的铁业相当发达,对金代铁业产生过影响。

四、建筑

东北的民族大多定居,居所是他们要解决的重要问题。肃慎或挹娄、北沃沮等都实行穴居或半穴居。南北朝时勿吉人以半穴居为主,据《魏书·勿吉传》载:"其地下湿,筑城穴居,屋形似冢,开口向上,以梯出入。"考古资料表明,他们在建屋时使用护墙木板、防潮地板、立柱、圆柱等木料,其建筑工艺和技术已远远超出了他们的先民肃慎等。早期的靺鞨族也是半穴居。东北民族在居屋中都设有火墙或火炕等取暖设施,这是肃慎人的发明,至今仍被采用。

城市建筑,特别是都城建筑受到了历史上大大小小各个政权的重视。后赵定都邺城(在今河南安阳县境内),修建了各种宫殿和园林,石勒、石虎父子动用几十万人和十万车辆进行建筑,

---

① 《南齐书》卷57,《魏虏》。

② 《北齐书》卷49,《綦毋怀文》。

③ 《晋书》卷97,《北狄》:"屠各……其国人有綦毋氏、勒氏,皆勇健……武帝时,有骑督綦毋俔邪,伐吴有功,迁赤沙都尉。"可见綦毋是屠各部中一个姓氏。《隋书·经籍志》有綦毋邃,撰《列女传》卷7。

有的工程相当浩大。例如,"华林苑在邺城东二里……周回数十里,又筑长墙数十里"。而邺城的城门高达30尺,极为雄壮。石虎还有44个行宫。[①] 后赵时,在建筑中最引人注目的是采用了排水设施,装有"铜龟饮秽水",经地下排走,并在园林中配有喷泉。匈奴赫连勃勃在修统万城上也花了很大功夫,他发10万人修城。统万城"城高十仞,基厚三十步,上广十步,宫墙五仞。其坚可以砺刀斧。台榭高大,飞阁相连,皆雕镂图画,被以绮绣,饰以丹青,穷极文彩"。[②]该城在筑墙时用"蒸土",十分坚硬。同时,对建筑的彩绘十分重视。详细情况已载于第二章第一节,这里不赘述。后燕慕容时修筑龙腾苑,广袤十余里,内有假山、水池及大小殿室等,"连房数百,观阁相交"。[③]颇有气魄。拓跋鲜卑先以盛乐城(在今内蒙古和林格尔县境内)为代都,多所修建。398年北魏迁都平城(今山西大同市),大搞建筑,山水园林,亭台楼阁,宫殿庙宇,应有尽有,且规模庞大。孝文帝迁都洛阳,也有修建。到了东魏,以邺城为都,不仅扩建了旧邺城,而且在城南又修筑了"东西六里、南北八里六十步"的新城。这些城市均由少数民族领导营建。

渤海的建筑业相当发达,这是由靺鞨族组织东北各民族共同发展起来的。目前尚存当时的城址至少130处[④],包括山城和平原城两类。山城建筑依山傍势,颇有特色。平原城夯土筑城,高大方正,街道纵横,整齐平直。上京龙泉府(治所在今黑龙江省宁安县城西南)是渤海的第一大城,其规模仅次于唐长安城,在当时居亚洲第二。[⑤] 上京城的总体布局和配置是仿长安的,呈中

---

① 陆翙:《邺中记》。

②③ 《魏书》卷95。

④ 李殿福等:《渤海国》,118页,文物出版社,1981。

⑤ 魏存成:《渤海的建筑》,载《黑龙江文物丛刊》,1984(2)。

心轴对称状，城周长 16 296.5 米，城内有十夯街道 11 条，中央大道街宽达 110 米。现存渤海的建筑材料遗物有板瓦、筒瓦、瓦当、砖等，有明显的地区和民族特征。黑龙江省宁安县存有渤海的砖瓦窑址一处，有十几座窑，专为上京建筑所用。[①]

北方民族在宗教建筑方面也表现出自己的智慧。十六国时，石勒尊崇佛教，建寺造塔，花了不少气力。北朝各代也提倡佛教，由朝廷和官府主持修建了大量的寺庙浮屠和石窟，推动了北方各民族建筑的发展和互相融合。北魏时洛阳有寺 1 300 余所，可见当时佛教之盛。当时佛教建筑中最大的永宁寺，是北魏胡灵太后所建，而著名的云冈石窟、龙门石窟、响堂山石窟、麦积山石窟的开凿都与北朝统治者有密切关系。渤海国也有一些佛教建筑，这些建筑是北方各民族共同智慧的结晶，体现了各种风格和特点。

在鲜卑族中，有一位著名的建筑师，就是隋代的宇文恺。他在测绘、建筑、水利和天文计时仪等方面都有重要贡献。宇文恺参与了隋代的不少重大建筑项目，他主持规划了长安城和洛阳城的建设，并且领导了建宗庙、造宫殿、架桥、开广通渠、修栈道、修长城等工程。公元 607 年，他为隋炀帝建造了一座特大的行帐，据说可容纳千人。还作观行风殿，能容数百人，并有轮轴可以移动。宇文恺在建筑过程中有非常严密的规划，事先都有工程图样，如，他用 1∶100 的比例绘制了明堂建筑图，撰《东都图志》20 卷，记录了洛阳城的规划图。宇文恺是少数民族中一位杰出的建筑专家。

总结西晋到唐末北方少数民族的科技表现出两个特点：一是各民族都在其早期的水平较低，甚至有些还较为原始的情况

① 黑龙江省文物考古研究所：《渤海砖瓦窑址发掘报告》，载《北方文物》，1986(2)。

下，后来进步较快，有的简直是飞跃性的。二是中原文化和北方各民族文化的互相影响很大，特别是北方民族在与汉族的接触和互相融合中得益很多。同时，北方民族活动的地域决定了他们和西域地区有广泛的联系，交流也不少。　（郭世荣）

第二节　西域科技的发展

两晋南北朝时期，是我国历史上民族大融合的重要时期。东汉以来，生活在西北边疆的许多民族，已陆续内迁。汉魏统治者为了边防和经济的需要，也常常招引这些民族入塞。这也是丝绸之路上中西文化、贸易、科技交流的兴旺时期。因此，敦煌以西广大西域地区的各民族人民与内地人民来往也较以前频繁，密切了汉民族与西域各民族之间的关系。为东西科技的广泛交流创造了条件。西域各兄弟民族在与内地的密切联系中，为当地科学技术的发展带来了先进的东西。在文化与科学技术方面都做出了自己的贡献，充实、丰富了祖国和世界的文化科学宝库。

一、农牧业技术

西域各兄弟民族在与内地的密切联系中，把他们的畜牧兽医知识和优良的动植物品种带进了内地。通过史料记载和新疆各地出土的大量文物，说明了当时西域的农业、畜牧业生产和棉、丝纺织技术已达到相当高的水平。西域各族劳动人民长期生产斗争和受内地的影响，使西域有些地区的农业到了晋代，面貌已和内地无别。水利是农业的基础，史料记载，西域有汉族和少数民族共同建筑的水利工程。1964 年吐鲁番出土一张纸绘的墓葬主人生活图，表现了当时这一地区农村的部分日常生活。图中有水田，有果园，有草叉耙等农具，有碓、磨等谷物加工工具。耙作长柄多齿之状，碓是用足踏动的，磨是连着长杆由人在后转动

的。这些工具的形制甚至和近代内地农村所使用的完全相同。史载北朝时期高昌农业已有较高的产量,"厥土良沃,谷麦一岁再熟"。公元6世纪南北朝时,史称于阗诸地"土宜五谷并桑麻"。疏勒还有余粮常供送于突厥。在塔里木盆地北缘,农业生产已有很大发展,成为经济结构中的主要成分,所以《晋书·西域传》称焉耆、龟兹与于阗物产情况略同:"土田良沃,谷有稻、粟、菽、麦。"在拜城县克孜尔千佛洞属于两晋时期的第175号洞窟,绘有二牛抬杠式的牛耕图、使用"砍土镘"式工具翻土的耕作画面等。牛耕图中犁铧宽大,二牛抬杠共曳一犁而耕。这种牛耕方法与史籍中有关汉代关中耦犁情况的记载,以及陕西米脂、陕北出土东汉牛耕画像石,山西平陆枣园东汉墓壁画,江苏睢宁出土的东汉牛耕画像石,及甘肃嘉峪关魏晋墓及敦煌莫高窟北周296窟壁画所见牛耕图大致相同。画中出现的宽刃的镘和锄,确有地方特点,较中原使用的有所改进。现被称为新疆农村的万能工具——砍土镘,可能即系上述工具演进而来。[1] 库木土拉、柏孜克里克等石窟壁画中的龟兹文、回鹘文等题记,颇生动地表现了古代各族劳动人民共同开发、建设新疆地区的历史事实。

新疆的土壤和气候,非常适宜种植棉花,是我国种植棉花最早的地区之一。公元5～6世纪,吐鲁番一带植棉已经比较普遍。据记载:高昌(今吐鲁番盆地)"多草木,草实如茧,茧中丝如细纑,名为白叠子,国人多织以为布。布甚软白,交市用焉"。[2]用棉布充当流通手段,用作"交市",可见当时棉布产量是相当多的。到了唐代,吐鲁番的棉花种植和纺织生产更进一步发展。在阿斯塔那的一个唐墓中,曾发现了一张残缺不全的记载着发放棉布

---

① 殷晴:《古代新疆农垦事业的发展》,载《新疆文物》,1990(1)。

② 《梁书》卷54,《高昌》。

口袋的记帐单[①]，所记棉布口袋达几百条之多，可见唐代吐鲁番地区植棉和纺织已经相当发达。

植物品种的培育方面，西域少数民族对祖国的贡献很大。尼雅遗址展示出当时果园的面貌，各地居民在住宅附近栽有成排的葡萄、桃树和杏树，桃核和杏核在遗址中到处可见。西域是我国瓜果产区之一，是我国最大的瓜果生产基地，种植葡萄和酿造葡萄酒的历史悠久。汉时葡萄已传入内地。汉以后至西晋隋唐以来，葡萄、瓜果、核桃等的种植技术有所提高，品种也逐渐增多。新疆是我国最早栽培核桃的地区，维族农民在长期种植中，培育出了许多桃、果优良品种[②]，以后逐渐传入内地。

在南北朝到隋唐时期，天山南部以农业为主，天山以北的广大草原地区主要还是游牧民族在活动。在新疆各地出土文物中有丰富的农业生产方面的遗物，也有大量反映游牧民生活和从事畜牧业活动的文物。天山南北发现的一批岩画是研究游牧民族各个历史时期的经济生活及其科技发展的重要形象资料。岩画中主要反映狩猎和放牧等活动。狩猎有单人出猎、双人行猎和集体围猎三种。狩猎工具有矛、投枪、棒锤、盾牌、绳索和弓箭等，而以弓箭为主要武器。[③]新疆裕民县岩画中还有帐篷式建筑。北朝至元历代敦煌壁画中也有少数民族狩猎、放牧、驯马、挤牛奶等生产、生活场面。游牧民族在畜养方面，在马鞍、马镫的发明、骑士服饰、帐篷式建筑等方面都做出了贡献。

---

① 吴震：《介绍八件高昌契约》，载《文物》，1962(7)(8)。

② 范楚玉：《新疆古代少数民族在农业科学技术上的贡献》，载《中国古代科技成就》，648～692页，中国青年出版社，1978。

③ 张玉忠：《从考古资料看古代新疆畜牧业生产》，载《中国少数民族科技史研究》第四辑，92～112页，内蒙古人民出版社，1989。

二、纺织技术

这一时期西域少数民族在纺织技术方面也有很大成就，主要表现在桑蚕丝织技术和植棉纺织技术的形成及各种印染技术的提高。当地原有的毛织技术也有很大的发展。

汉代丝绸之路虽已开通，但桑蚕丝织技术传入西域却是在魏晋时期开始的。在河西走廊分布甚广的魏晋壁画墓中均有大量的采桑图、保护桑园图、丝帛图等绘画，是当地栽桑、养蚕、织帛的证据。图中从事生产的人员均穿着少数民族的服饰，族种不清，但明显可看出不是汉族。

新疆地区的桑蚕业开始于公元3～4世纪，在尼雅遗址中发现蛾口茧一只，在吐鲁番文书中也有关于桑田、蚕簿（箔）、蚕种、绢姬（机）等的记载，可知当地已有一套完整的蚕丝织品生产技术。出土文物与文字史料记载是相符的："阳春告始，乃植其桑；蚕月即临，复事采养。初生也，尚以杂叶饲之。自时厥后，桑树连荫。王妃乃刻石为制，不令伤杀。蚕蛾飞尽，乃得治茧。"于此可见，其方法是待蚕蛾飞尽后用蛾口茧进行纺绵线而织。唐代的于阗已是"桑树连荫"，人"工纺织"[1]，在巴楚县的唐代遗址中出土有蚕茧和蚕丝，唐代西州一带已开始"土贡：丝、氎、布、毡"[2]，也能够织绵和纺绸。

纺绵线一般采用转锤纺制，制成的纤维可用织造各种织物。吐鲁番文书中有疏勒锦、丘慈锦、高昌锦等各种当地生产的锦名。敦煌文书中亦可见到于阗绫锦的名称，这些织物大多采用绵经绵纬，即用当地所产纤维，织成的织物也极有当地所产风格[3]，这样的织物还能在现在的考古发现中见到。如新疆吐鲁番

①② 《新唐书》卷221上，《于阗》，卷40，《地理四》。

③ 王进玉、赵丰：《敦煌文物中的纺织技艺》，载《敦煌研究》，1989(4)，99～105页。

出土的兽纹锦和巴楚出土的带有少数民族字母墨书(婆罗谜)的紫红色丝织物和织有婆罗谜字母的锦都是十分有力的证据。在和田丹丹乌里克唐代遗址中发现的丝织画版上还可以看出当地采用的织机是较为原始的双轴织机，其技术与毛织技术相接近。

新疆地区是棉纺织技术由西部国家传入中国的通路，属于东汉时期的民丰一个合葬墓中出土了蓝白印花棉织品。据纹锦风格来看，应该是由西部国家传入。在新疆各地发现的晋及南北朝时期各种棉织品、丝线与棉线交织的织锦出土文书中提及棉布借贷的情况，说明当时新疆已有棉纺织业。因此《梁书》记载高昌种棉织布是完全可信的。这种棉花是草棉，巴楚唐代遗址中发现了棉布及花纹美观的蓝白织花棉织品和不少棉籽[①]，经鉴定棉料为草棉即非洲棉，说明新疆的棉品种是由西部国家引入的。唐代新疆地区的植棉和棉纺织业有了很大发展，出现了纬线显花的棉织物，棉布制品还被征调到内

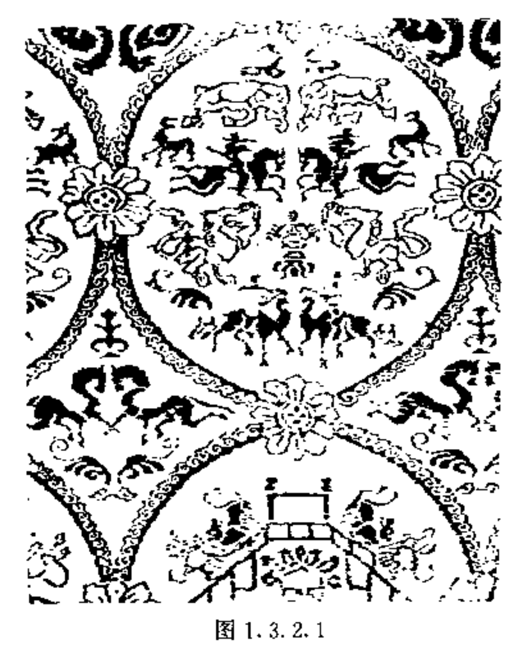


图 1.3.2.1

① 沙比提：《从考古发掘资料看新疆古代棉花种植和纺织》，载《文物》，1973(10)，48～51页。

地以充军需。敦煌及甘肃河西士家豪族也常常用西州棉布做衣物。

棉纺可用纺锤，也可用纺车。从敦煌壁画的情况来看，可能是一种手摇纺车。织棉布的织机多用立机，其织物亦称为立机緤。在敦煌也可看到织立机緤所用的立机子的大致形状，甚为珍贵。

毛织是西北地区的传统技术，在这一时期更有了发展，主要体现在织物品种的丰富。据文献记载：当地毛织品种有氍毹（即毛毯）毡、罽、褐、绣裤、斜褐。从实物看，当时的织造主要采用了缂织法、栽绒法、梭织法（包括各种组织）和无纺织法，十分齐全。其中缂织法和栽绒法都对内地的纺织技术产生过重大的影响。而无纺织法是一种极具特色的纺织法。

这一时期各种纺织品汇集于西域或经过西域，很难判断哪些印染技术属于当地所有。从记载来看，当地采用的染料主要有红花、靛蓝、茜、紫草；采用的染色方法主要是还原染色、酸性染色和用矾石进行媒染，尤其是以红花染色著名，当时称为"凉州绯色天下之最"，其所用助剂乃是产于西域的安石榴。

西域的印花方法可从出土的一些织物中看到，最具当地特色的可能是蜡染，在棉织物上应用较多。

三、医药卫生

西域出产的瓜果蔬菜和药物，如葡萄、苜蓿、石榴、胡麻、胡桃、胡豆、胡荽、胡萝卜、红花等，被陆续引进内地种植，广泛用于医药，丰富了祖国医学宝库。《神农本草经》至唐代医药学文献中大都载有西域出产的药物。"不是张骞通西域，安能佳种自西来"，内地人民对新疆各民族在瓜果和药物培育方面表现的天才与成果是不能忘怀和充满敬意的。苏合香在我国本草学里最早见于南朝陶弘景著的《名医别录》，其实在汉代就为士大夫所喜

爱，从汉到唐，一直是西域与内地贸易的传统货物。此外，还有其他香料。《隋书·经籍志》列有医方书256部，记载西域地区佛僧医药和翻译的印度医书就有十几部，不少是当地民族医著。如《龙树菩萨养性方》1卷、《婆罗门诸仙药方》20卷、《婆罗门药方》5卷、《西域诸仙所说药方》23卷、《西域婆罗仙人方》3卷、《西域名医所集药方》4卷(本12卷)、《乾陀利治鬼方》10卷、《新录乾陀利治鬼方》4卷、《释僧医针灸经》1卷和《耆婆所述仙人命论方》2卷等。以上各书，在战乱中已全部散佚。公元8世纪，于阗著名回鹘(维吾尔)医师占巴希拉被藏王赤得祖赞请到西藏，现今出版的《四部医典》藏医古籍中的《红色比吉经函》典籍就是于阗名医占巴希拉协助藏医完成的。[1] 本世纪以来，在新疆吐鲁番等地也发现了不少医药学古籍，如吐鲁番小陶沟出土的医方(是用汉文和回鹘文合写的)，现藏于德国柏林博物馆的库车出土的公元3世纪的龟兹文医书，焉耆出土的焉耆文医药书、和田出土的于阗医药文书等。在敦煌藏经洞保存的近百件医药学文献中也有一些来自西域的医药书和药方，如《焉婆五脏论》等。

维吾尔族医学在公元8世纪之前基本上处于朴素的经验阶段，在医疗技术和使用动植物类药物等方面积累了丰富的经验，如水浸柳叶裹身、热敷炒麦皮、沐浴草药、烤灼、接骨、粘土、蒜汁、香草涂抹肢体防虫咬、灼热细沙埋肢体解除关节疼痛等。此期的外科手术曾达到很高的水平。由于丝绸之路的渊源关系，维吾尔医学理论的特点为四体液学说，即血液、沾液(痰液)、胆液与黑胆液。维吾尔医学治疗技术也十分丰富，除了一般的药物治疗外，物理疗法非常盛行，特别是日光浴、水浴、沙疗、冷热敷、裹

[1] 孙建德：《维吾尔医在东西方科技史中的地位和作用》，载《中国少数民族科技史研究》第四辑，148～161页，内蒙古人民出版社，1989。

兽皮等疗法，不但方法独特，且各有其适应症和比较好的治疗效果。[①] 维吾尔及其他西域少数民族自汉代以来也接受了汉族传统针灸技术。



图 1.3.2.2 《福田经变》局部

唐代两部总结性的医学巨著《千金要方》和《外台秘要》都载有"西州续命汤"方。不言而喻，西州续命汤是从古代新疆西州这个地方传来的药方，该汤方的第一味药就是遍布新疆各地的麻黄。在西安、咸阳、乾县、洛阳等地的唐代墓葬里，发掘出不少满载货物的骆驼俑和马俑以及骑在骆驼背上的乐舞俑、牵夫俑和一些单个乐舞俑，都是浑目、高鼻、长胡须的维吾尔、哈萨克族形象，反映了现实生活中新疆与内地商旅往来的繁荣景象。

敦煌莫高窟北周 296 窟、隋代 302 窟的两幅《福田经变》，隋代 420 窟、盛唐 45 窟的《观音普门品》中的"行旅图"和"胡商遇盗图"等壁画以及唐墓出土的"驼夫牵驼"花砖，都真实地描绘出古代丝绸之路上西域胡商为传播中西文化科学所做出的努力。[②]

① 李经伟：《中国少数民族传统医学》，载《科学》卷 41，1989(3)。

② 王进玉：《漫步敦煌艺术科技画廊》，21～23、73～76 页，科学普及出版社，1989。

1970年,西安南郊何家村唐邠王府故址发现的大概是安史之乱时窖入的两瓮珍贵文物,其中有一批贵重药材如琥珀、珊瑚、紫石英、白石英、朱砂、密陀僧和金箔、金粉,药具玛瑙臼、琉璃杯等,同时出土的还有翠玉、红蓝宝石和西域"高昌吉利"古钱,有些金银器皿上有西域兄弟民族头像。我们知道,在古代西域,行销内地的货物中就有这些药物药具的名目,虽然不全是西域土产,有些可能还是西域以外的东西,但至少这是唐代医药文物的一部分,与西域和"丝绸之路"的贸易有关。据记载,今新疆一带向唐朝贡纳的药物有胡桐律、硇砂、偏桃仁、阿魏、截根等。[①]公元659年唐政府颁布的《新修本草》也明确指出,胡桐律出车师(今吐鲁番),绿盐出焉耆(今新疆焉耆西南),青琅玕出于阗(今和田),阿魏出昆仑等。《新修本草》集中了全国各地区、各民族的经验智慧,是7世纪前整个中华民族药物知识的总结,共载包括西域在内的全国各地及外来实用药物850种,其中首次增添的114种新药中有多种是上述的西域地道货。[②] 私人著作有收载胡豆、突厥雀等入药的陈藏器《本草拾遗》和专载兄弟民族地区药物的郑虔《胡本草》。

丝绸之路曾被称为"麝香之路",充分说明在这条古道上药材以及其香料中西交往的盛况。唐代以来,有大批的西方香药等药材在交流点进行集散,一个设在最早的丝路南道于阗,另一个是丝路北道高昌(现今吐鲁番)。从《吐鲁番出土文书》记载的药名、药材数量、买药人姓名、出产地及药名价格来看,药材中的各种香药是药材中之大宗,一次出售的各种香药(乳香、安息香、龙脑香、冰片、苏合香、降真香)就有1 481.5千克,这些来自中亚、

① 《新唐书》卷40,《地理四》。

② 戴应新:《新疆各族人民对祖国医药学的贡献》,载《科技史文集》第14辑,146～150页,上海科学技术出版社,1985。

西亚等地的香药，都是在古代新疆及西域各民族的帮助下运送到今日的西安等地。敦煌藏经洞医药方、香药方中大都记载有各种香药。现陕西省博物馆中陈列着唐墓出土的西域香药和新疆的硇砂等。文书、文物相印证，都反映了我国西北少数民族为发展和丰富祖国医药学、沟通西方和祖国内地科技文化的交流做出了特殊贡献。

四、手工及化工技术

西域少数民族在手工业及其化学工业方面也有巨大的成就。东西来往商人驼队的频繁，除直接进行商品贸易外，同时也传播了东西方经济文化中先进的科学技术。中国先进的纺织技术、造纸术、印刷术大约就是在唐朝时传到中亚和西亚地区以及欧洲各地去的。据吐鲁番文书等资料记载，西域造纸起于公元5世纪，7～8世纪造纸术传到阿拉伯等地。于阗于8世纪时已具备造纸的各种条件，《新疆图志》称："自昔回部未有书契，俪皮以代楮，所谓旁行画革者也。和阗始蒸桑皮造纸，韧厚少光洁……"民间相传和阗造纸甚早。在公元8世纪以后，中亚的撒马尔罕城，就曾经成为一个造纸的中心，它所生产的纸被称誉为是"精美绝伦"的；在阿拉伯人塔利比于公元10世纪所写的著作中就曾写下了这样的话："造纸术由中国的俘虏传到撒马尔罕，获得了这些俘虏的人是齐亚德、伊布葛利将军，从大批俘虏里得到若干造纸工人，于是乎设立了造纸工场。"①

西域人民在酿造技术中贡献最大的是葡萄酒和葡萄冻酒。据载：高昌"备植九谷，人多啖麦及羊牛肉。出良马，蒲萄酒，石盐"。②《西域高昌传》卷八五载："多蒲桃酒。"在《博物志》中记

① 穆舜英：《从考古材料看唐朝统治下的西域经济》，载《新疆文物》，1987(3)。
② 《梁书》卷51，《高昌》。

载："西域有葡萄酒，积年不败。彼俗云：'可至十年，饮之醉弥月(门)及解。'"[1]这种酒浓度大，而且耐久存，这就是葡萄冻酒。书中记载，在梁武帝大同年间(公元535～547年)"高昌国遣使献方物……干蒲桃、刺蜜、冻酒……帝使杰公迓之，谓其使曰：……冻酒非入风谷所冻者，又以高宁酒和之……酒是入风谷冻成者终年不坏，今臭其酸。高宁酒滑而色浅，故云然。"由此可见《博物志》中记载的西域葡萄酒应是高昌冻酒，是在风谷中冻成的。风谷是高山中的岩洞，洞内温度很低，甚至在夏季温度也在0℃以下。山民把这种岩洞叫做"风口"，用以保存鲜果。葡萄酒在风谷中经过冷冻而提高了质量，并不是发生了化学反应，而是部分水结冰，同时也除掉了若干杂质，余下的未冻结的酒的浓度就提高了。在冻结过程中，某些固体杂质以及某些酸类，都可能随冰冻结而除掉，这就使酒不易变质，而且可以经年不坏了。随着葡萄酒及酿造葡萄酒的技术的东传，冻酒也在东传。唐代《国史补》中记载："酒则有郢州之富水，乌程之若下，荥阳之土窟春，富平之石冻春，剑南之晓春，河东之干和葡萄……"其中富平在今宁夏吴忠西南，"石冻春"应为一种冻酒，并且在当时已成为全国名酒之一了。[2] 吐鲁番的葡萄酒及其冻酒经敦煌和河西走廊向内地东传。唐代诗人元稹有"吾闻昔日西凉州，人烟扑地桑柘稠。葡萄酒熟恣行乐，纸艳青旗朱粉楼"的诗句。这首诗就反映了当时西域少数民族地区农业的发展和街市的繁荣景象。唐代王翰在著名的《凉州词》中更是高度赞誉了西域的"葡萄美酒夜光杯"。

汉武帝以后，西域冶金事业才有所发展，文物考古工作者曾在新疆的库车、民丰、洛浦等地发现了汉代冶炼铁和铜的遗

---

[1] 《博物志》卷十。

[2] 郭正谊："论冻酒"，载《化学通报》，1987(3)，74页。

址。新疆冶金科研部门曾对库车东汉时代炼铁遗址上的炼铁渣进行过观察测定，认为这已经是铸铁，而在该炼铁遗址上发现的陶领是汉代冶炼炉上使用的鼓风用具。从上述文物看出，汉代以来，西域各民族已经掌握了冶炼生铁的先进技术。库车是西域的炼铁中心，这在《汉书·陈汤传》和郦道元的《水经注》中也有详细记载，到西晋、隋、唐时期发展很快。罗布泊遗址出土魏晋简牍中就提到西域的铁器，称为"胡铁"。简文记载有：前新入胡番二百九十五枚，前胡铁小锯廿六枚，入胡铁大锯一枚。这说明戍卒们所用铁锯和铁番已靠当地少数民族供给。大概到了这时，西域铁器已不再像过去那样"朴纯"。经过几百年的实践，西域少数民族已熟练地掌握了冶铁技术，能制造出较好的铁工具供应移民的需要。我国各族人民自古以来就是这样互相学习，互通有无的。

在中国古代炼丹术和医药学中广泛应用的硇砂，也是西域的矿产。古代在西域设有都护府，曾管辖富产硇砂的高昌和库车一带。当地与中原的交通频繁，物品交流和贸易往来发达，从而使产于吐鲁番、库车一带的天然氯化铵（NH_4Cl）矿物进入中原，首先为炼丹术士所注意。直到公元9世纪左右，世界上见诸记载的硇砂来源主要是新疆的吐鲁番和库车。在中国古代炼丹术和本草学文献中，有许多关于硇砂的记载，这些记载从一个侧面反映出中国古代化学的突出成就。

唐代是炼丹术鼎盛时期，在这一时期，硇砂不仅更普遍地用于炼丹活动，同时也得到医药学家的重视，成为一味重要的药物。在诸本草书中，唐《新修本草》是第一个列入"硇砂"条的，称它"味咸，苦辛，温，有毒，不宜多服"，"疗咳嗽宿冷"，"柔金银，可

为锃(焊)药。出西戎,形如朴消,光净者良。驴马药亦用之”。[1]这一段话十分精彩,内涵相当丰富。氯化铵的味的确咸苦,服多了会引起中毒。尤其重要的是,已经知道它具有良好的镇咳祛痰作用,可以用于治疗咳嗽宿冷。直到今天氯化铵仍然是一种常见而有效的镇咳祛痰剂。对于硇砂的产地讲得也比较准确。实际上,硇砂确实产于西北的甘肃、青海、新疆等地的近代火山作用地区。[2]

新疆地区石油的最早记载,见之于北齐魏收所著《魏书》中:“龟兹国,在尉犁西北白山之南一百七十里,都延城,汉时旧国也……其国西北大山中,有如膏者流出成川,行数里入地,如醍醐,甚臭……服之,发齿已落者,能令更生,病人服之皆愈,自后每使朝贡。”[3] 这里所说的“有如膏者流出成川”,即是石油大量流出地表的现象。《魏书》是记载北魏拓跋珪登国元年(386年)至东魏孝静帝武定八年(550年)历史的著作。这就说明,新疆库车一带的石油,早在1 500多年前就被发现和利用了。《新唐书・地理志》中记载的石漆河,即今之精河,在新疆准噶尔盆地南缘的精河县境内。精河县南部有第三系砂岩出露,与相距150千米的独山子油田的含油层位相同。由此可见,唐时把精河称之为石漆(石油)河,说明当时人们已发现精河上有石油。

用煤炼铁也是西域民族的一大贡献。文献上明确记载用煤炼铁见于北魏地理学家郦道元的《水经注》中所引用的《释氏西域记》。书中曰:“屈茨(今新疆库车县)北二百里有山,夜则火光,

---

① 《玉石等部下品卷等五》,载《新修本草》。

② 李亚东:《中国古代对氮及其化合物的认识和利用》,载《中国科技史料》卷4,1984(2),20～25页。

③ 《北史》卷97,《西域・龟兹国》有类似记载。

昼日但烟。人取此山石炭，冶此山铁，恒充三十六国用。”[1] 说明当时用煤炼铁已具有一定规模。冶铁开始用煤，这是冶炼技术上的一大进步。此外，西域各民族在制盐、石墨、宝玉石、输石、矿物颜料、石棉等方面都有贡献。

晋唐时期的吐鲁番盆地是汉族和兄弟民族聚居地区。阿斯塔那的晋—唐墓葬，从形制和大量记载少数民族姓名的文物看，都证明了当时这一地区是既有汉族又有少数民族的多民族聚居区。从史料得知，当年西州地区成分复杂，有汉族、突厥、回鹘、铁勒诸部的百姓，有昭武九姓所属各国商人；高昌城中有官吏富豪、王亲贵族、高利贷主、手工业作坊主，也有平民百姓。从唐初设西州到唐代中期，西州的各民族人口增加很快，高昌成为当年西域地区一流的大城市。城市有各类手工业作坊：纺织作坊、造纸作坊、酿酒作坊、制陶作坊、木器作坊、车坊、马坊、粮库、柴薪库和金银首饰业，等等，在集市上有丝绸交易、牛马驼交易等。

魏晋到唐，官府作坊在手工业中占有重要地位。高昌一件有关工匠的官文书内称“三年教匠始可”。由此可知，高昌地区不但早就存在着官府作坊，而且还和后来唐代一样，有“教匠”年限的制度。从一些唐代名籍中，可以看到有木匠、缝匠、铁匠、笮匠（编筐织席之类）、皮匠（熟制毛皮）、韦匠（制革）、泥匠（建筑）等手工业工人。这些工匠显然是被征到官营手工业作坊服役的。唐代西州还有官营造纸作坊，有一件文书提到把“囚犯”配到作坊供“驱使”。至于农业、手工业等生产工具，从一件麴氏高昌末年的物单中，可以看到有犁、（剪？）、大中小镬、切刀、大中小锯、错、钳、钻、凿、石押（轧）、油梁、小磨、中磨及打磨槌（锻磨用的工具）等。

---

(1) 郦道元：《水经注》卷2，《河水二》。

地当中西交通要冲的高昌，不仅是古代中国西北边疆的政治、军事中心之一，也是一个多民族组成的商业中心。有一件麹氏高昌时期一个官市收佣钱的账历，记载这个市场成交的货物主要有金、银、丝石、输砂、香(料)、药丝等。有的人一次"买丝五十斤、金十两；有的一次买香料五百七十二斤，输石三十斤；有的买香料三百六十三斤，硇砂一百四十斤"。其中有的可能是手工业者购买原料，更多的则像是贩卖。从买卖双方的人名看，多非汉族。这些商品有的可能是外地运来，但其中当有一部分是本地生产的。

唐代统一后，交通更便利，贸易往来更频繁。在文书中见到许多所谓"尖生胡"、"尖胡"以及"行客"、"行人"的商人。他们在唐政府的管理下，拿着"过所"，往来各地，直至长安。有一个贩卖药材的"行人"，他一次领取药价就达到"大练二百三十五匹二丈四尺"。以上事实说明，这些居住在中国土地上的各族居民都在中央政府的统一管辖之下，从事各种生产活动和社会活动。

（王进玉）

第二节　南诏及南方其他民族的科技

隋唐时代，活跃在南方的民族有彝、蛮、僚、濮等不同的系列，史籍称谓颇多，名不统一。南诏在唐初仅是洱海地区的一个乌蛮部族，其北部尚有其他几个较盛的部族，史称六诏或八诏。在唐朝政府的支持下，南诏于公元783年统一了各诏，又征服了滇池东西的所谓爨蛮，成为西南地区的一个奴隶制政权。南诏以乌蛮、白蛮为主体，他们是今日白族等民族的先民。本节将以南诏为中心，讨论南方各民族的科技状况。

一、农业技术

南方少数民族有着非常悠久的农业生产的历史。这一时期，

有些民族的农业已相当发达。岭南、滇池、洱海、黔桂各地都是以农业为主的地区。生活在这些地区的少数民族多以农业为主。南诏“专于农,无贵贱皆耕”[1],并采用授田制。滇、洱等地是富庶的农耕地区,“其俗务田农菜圃”。[2]南方少数民族种植的农作物品种较为齐全,有稻、麦、粟、黍、稷等。《新唐书·南蛮传》中记载了西南广大地区内各民族的农业生产情况。如:“昆明蛮,以西洱河为境……土歊湿,宜秔稻。”又:“昆明东九百里,即牂柯国也……土热多霖雨,稻粟再熟。”“松外蛮……自夜郎、滇池以西,皆庄蹻之裔。有稻、麦、粟、豆、丝、麻、薤、蒜、桃、李。”再如:“有东谢蛮,居黔州西三百里……地方千里。宜五谷,为畬田,岁一易之。”《蛮书》也有关于南方少数民族种植农作物种类的大量记载。这些农作物有的来自北方,如粟、麦、黍、稷,有的如稻等则是当地原产。在水果和蔬菜方面,“松外诸蛮”已有薤、蒜、桃、李等。此外还有许多外地水果和蔬菜也被少数民族引种和食用。《蛮书》卷二记永昌西北的大雪山高寒地区有胡瓜、冬瓜等菜。“其山土肥沃,种瓜瓠长丈余。冬瓜亦然。皆三尺围”。西南岭南、黔桂等地有丰富的林产资源,茶、荔枝、槟榔、诃黎勒、椰子、桄榔、菠萝蜜果、禾藤、山橘子、波斯枣、偏核桃、龙眼、橄榄、枸橼子、枹木、倒捻子、刺竹、沙摩竹、簩竹、罗浮竹等都为少数民族所利用。《蛮书》和《岭表录异》有不少有关的记录。如《蛮书》有:“丽水城又出菠萝蜜果,大者如汉城甜瓜,引蔓如萝葡,十二月熟,皮如莲房,子处割之,色微红,如甜瓜,香可食。或云此即思难也。南蛮以此果为珍好,禄早江左右亦有菠萝蜜果,树高数十丈,大数围,生子,味极酸。蒙舍、永昌亦有此果,大

① 《新唐书》卷222,《南诏》。
② 《蛮书》卷8。

如甜瓜，小者如橙柚，割食不酸，即无香味。土俗或呼为长傍果，或呼为思漏果，亦呼思难果。"①

南方少数民族在农业技术方面也有不少成就。南方以种稻为主，稻是水田作物。南方各民族在治理水田方面都有经验，《蛮书》卷8说："从曲靖已南，滇池以西，土俗惟业水田。"《新唐书》亦有"自曲靖州至滇池，人水耕"的记载。南诏的农业水利灌溉相当发达。滇池、洱海之间的广大地区，都注重水利建设。乌蛮、白蛮等民族不仅利用泉水浇田，而且修建了良好的水利工程。他们把田分为若干佃区，"每一佃区，佃疆连延或三十里，浇田皆用源泉，水旱无损"。南诏亦有大型水利工程，开辟蓄水池。9世纪30年代，在大理地区修筑了横渠道，"磨用江至于鹤拓(大理南部)，灌东皋城阳田，与龙佉江合流，入于河(洱海)，谓之锦良江"。②这是一个大型水利工程。南诏还在点苍山修了大型蓄水池，将点苍山之水汇于池，用于灌溉农田。称为高河水利工程。这项工程"潴点苍山玉局峰顶之南为池"，"更导山泉，共泄流为川，灌田数万顷，民得耕种之利"。③在滇池周围，昭通地区自汉代已有了大蓄水池"千顷池"，"朱提郡……川中纵广五六十里，有大泉池水，燹名千水池"。④在唐代，那里已有相当好的水利系统。傣族先民也对水利十分重视，兴修水利是他们从事生产的第一项任务。傣族地区有专门管理水利的人员，公元770年西双版纳曾有一项大型水利活动。⑤ 9～10世纪时，壮族的先民在水利方面也有成

---

① 《蛮书》卷7。

②③ 胡蔚：《增订南诏野史》卷上，载《云南各民族古代史略》，475页，云南人民出版社，1977。

④ 《太平御览》卷791，引《永昌郡传》。

⑤ 诸锡斌：《试析傣族传统灌渠质量检验技术》，载《中国少数民族科技史研究》第四辑，120页，内蒙古人民出版社，1989。

就,他们"深耕溉种,时耘时耕"。[1]

南方少数民族在治理山田方面也很有成就,所谓"蛮治山田,殊为精好"。[2] 他们修筑了梯田,从而出现了"虎寒流潦,高原为稻黍之田,疏黍陂池,下湿树园林之业"[3]的景象。南诏时的梯田遗迹至今仍可辨认,它是我国历史上最早见诸于文献记载的梯田。[4]

在农作物栽培技术上,南方少数民族比较注意因地选种不同的作物,例如在山岗上种植小麦等耐旱作物,而在水田则种稻。南诏地区还采用了稻、麦复种制,"从八月获稻,至十一月十二月之交,便于稻田种大麦,三月四月即熟,收麦后还种粳稻"。[5]在牂柯地区,也是"稻粟再熟"。

值得注意是,南方少数民族还用驯化象来代牛耕。《蛮书》记象耕事有:"开南已南养象,大于水牛,一家数头养之,代牛耕也。"(卷七)"象,开南已南多有之,或捉得,人家多养之,以代耕田也。"(卷七)"茫蛮……象大如水牛,土俗养以耕田。"(卷四)

南方大多数地区以农为主,也有一些畜牧业生产。在南诏,"猪、羊、猫、犬、骡、驴、豹、兔、鹅、鸭,诸山及人家悉有之。"[6]南诏出产的"越赕骏",长期驰名,为人所称赞。《蛮书》卷七记载了产越赕骏的地理环境和饲养方法:"马出越赕川东西一带,冈向西地势渐下,乍起伏如畦畛者,有泉地养草,宜马。初生如羊羔,一年后,纽莎为拢头縻系之。三年内饲以米清粥汁,四五年稍大,六七年方成就。尾高,尤善驰骤,日行数百里。本种多骢,故世称

---

① 《河东先生龙城录》卷下。

②⑤⑥ 《蛮书》卷7、8。

③ 《南诏德化碑》。

④ 李根蟠:《我国少数民族在农业科技史上之伟大贡献(中篇)》,载《农业考古》,1985(2),272~280页。

越赕骢。近年以白为良。"文献中关于越赕良种马的记载颇多,内容大都相类,西南少数民族积累了许多宝贵的养马经验,他们给幼驹增添精料,补充适当的营养,从而达到培育良种的目的,这种方法与今仍合。[1]

岭南的少数民族有丰富的养鱼经验,其中稻田养鱼是他们的创造之一。《岭表录异》卷上记载了这种方法:"新、泷等州山田,拣荒平处以锄锹开为町畦。伺春雨,丘中聚水,即先买鲩鱼子散于田内。一二年后,鱼儿长大,食草根并尽。即为熟田,又收鱼利,及种稻且无稗草,乃齐民之上术也。"利用养鱼除草,增加土地效力,确实十分先进。

二、纺织技术

纺织在南方比较发达,南诏地区的少数民族可以纺织绫、锦、绢等织品,色彩纹饰精美。《蛮书》记南诏纺织说:"其纺丝入朱紫以为上服,锦文颇有密致奇彩。"南诏已经有了刺绣品,"亦有刺绣,蛮王并清平官礼衣悉服锦绣"。五色布是南方许多少数民族的纺织品。古代百越民族在纺织方面颇有成就,汉武帝曾以"越布"为衣。到了唐代,茫蛮、金齿等傣族先民以及壮、黎、傈僳等族的先民都会织五色布或青布。据《蛮书》卷四记载,茫蛮"衣青布短裤露骭,藤篾缠腰,红缯布缠髻,出其余垂后为饰。妇人披五色娑罗笼"。黑齿、金齿、银齿、绣脚、绣面,"以青布为通身袴,又斜披青布条……衣以绯布,以青色为饰"。施蛮"男以缯布为缦裆袴",扑子蛮"以青娑罗段为通身袴"。裳人"朝霞缠头"。望蛮外喻部落"青布为衫裳",傈僳"丈夫、妇人以黑缯为衣,其长曳地。又东有白蛮,丈夫、妇人以白缯为衣,下不过膝。"《新唐书·

---

[1] 李根蟠:《我国少数民族在农业科技史上的伟大贡献》,载《农业考古》,1989(2),321～336页。

南蛮传》有，松外蛮“布幅广七寸”，“女衣绝布裙衫”，南平僚“妇人横布二幅，穿中贯其首，号曰通裙”。

这些记载表明，南方许多民族都有自己的纺织品，品种幅式也很多，各民族根据自己的经验和地理环境，织出了适合自己着用的布匹。其中五色布或青布较为流行。五色布是一种多色布，其制作工艺见于史籍者有：“五色布，以丝布古见木所作。此木熟时状如鹅毳，中有核如珠珣，细过丝棉。人将用之，则治出核，但纺不绩，任意小抽牵引，无有断绝。欲为班布，则染为五色，织以为布。弱换厚致，上毳毛，外核人以班布文最烦缛多巧者名曰口城，其次小粗者名曰文缛，又次粗者名曰乌驔。”[①] 这里不仅说明了五色布的制作工艺，而且表明它有各种不同的品种。裳人所用“朝霞”也是一种五色布，又称明霞。《杜阳杂编》记南方少数民族向唐王朝进贡明霞锦时说：“明霞锦，云铼香麻以为之也。光耀芬馥著人，五色相间，而美丽中国之锦。”[②] 这种锦在南诏十分流行，所谓“南诏所织尤为精好，白色者，朝霞也”。生活在海南岛的黎族在汉代就有了“广幅布”，到唐宋时，妇女用吉贝做裙已很普遍。而瑶族先民“服章多用班布为饰”，“好五色衣服”。莫瑶“其男子但著白布㡓衫，无巾袴，其女子青布衫，班布裙”。[③] 其织布史也十分悠久。苗族先民在汉代就能织阑干布，至唐宋苗锦已很有名。僚系许多民族早在晋代也能织阑干布。约在 9 世纪，壮锦亦已闻名全国。岭南的少数民族，在唐代已知利用羽绒做被。《岭表录异》说：“南近之酋豪，多选鹅之细毛，夹以布帛絮而为被，复渡横纳之，其温柔不下于夹纩也。”

总之，南方少数民族在植棉和纺织方面的成就是十分突出

① 万震：《南方异物志》，见《太平御览》卷 820。

② 苏鹗：《杜阳杂编》卷下，见《说郛》卷 46，宛委山堂本。

③ 《隋书》卷 31，《地理志下》。

的。

三、采矿与冶金

南诏已经进入了铁器时代，对金属的使用十分广泛。在采矿和冶炼方面比以前有了进步。

南诏的金属矿产主要有：金、银、铁、铜、锡等。非金属有瑟瑟、琥珀、大理石等。盐业也相当发达。南诏的金产品较多，对金的使用也较广。南诏王室内大量使用金制器皿，金还用于做首饰、服饰等。傣族的先民金齿等部族用金做牙饰。他们的居住地就是重要金产地。《蛮书》卷七记南诏的金产地时说："生金，出金山及长傍诸山、藤充北金山"，又"麸金山丽水"，"长傍川界三面山并出金，部落百姓悉纳金。"同书卷六说："越礼城在永昌北，管长傍、藤弯。长傍城，三面高山，监禄犁江。"禄犁江即丽水。南诏的金产地主要在丽水流域，这里的居民有"金齿、漆齿、绣脚、绣面、雕题、僧耆等十余部落"。当时的采金方法较简陋，基本上以拣为主，也有一些其他采金方法："土人取法，春冬间先于山上掘坑，深丈余，阔数十步。夏日水潦降时，添其泥土入坑，即于添土之所砂石中披拣。有得片块，大者重一斤，或至二斤，小者三两五两，价贵于麸金数倍。"[①]至于沙金则"盛沙淘汰取之"。在岭南地区，"五岭内富州、宾州、澄州江溪间皆产金。侧近居人，以木箕淘金为业。"[②] 这是广西中部地区少数民族淘金的情况，也是个体手工操作。唐代有的少数民族已会利用家禽来收拣金，《岭表录异》记载了这种方法："广州浛洭县有金池。彼中居人，忽有养鹅、鸭，常于屎中见麸金片。遂多养，收屎淘之，日得一两或半两，因而致富矣。"家禽蚕食碎金，然后又随粪便排出体外，这个发现十

① 《蛮书》卷7。
② 《岭表录异》卷上。

分有益。

滇东北地区在公元4世纪已是重要的铜矿开采和冶炼中心。南诏时铜主要用于制造各种宗教用品,也用来做兵器。南诏丰祐时期,曾用2万千克铜铸造佛像。造铜鼓是南方许多民族的共同文化特征。至唐代,造铜鼓的活动仍然很多。另外,还有一些大型铜铸件流传至今。这些事实都表明南方少数民族在铜冶和开采铜矿方面有突出的成就。广西北流县铜石岭铜矿遗址,是汉到晋代的采矿冶炼遗址。这个遗址的出土物包括炉渣、炉壁、鼓风管、炼炉、铜矿石、木炭、陶片等,这说明当时的采矿及冶炼水平已很高。与铜石岭遗址隔圭江相望的容县西山,也有许多铜矿遗址。这都是当时俚等民族的活动遗存。[1]到了唐代南方少数民族的采矿技术和冶炼技术有了更大的提高。原南诏崇圣寺内有一口大铜钟,造于公元871年,此钟今不存,但明代徐霞客曾见之,称"径可丈余而厚及尺,为蒙氏时铸,其声闻可八十里"。崇圣寺内的雨铜观音像是一座大型观音像,也造于公元871年,像高三丈(约达10米)[2],至今仍存。这些都表明当时南方少数民族在冶铜方面有很高的技术水平。

冶铁在南诏经济中占有重要地位。南诏农业生产、军事、宗教、建筑等使用的犁、兵器、防护用具等,均用铁制造。兵器有铁制的刀、剑、矛、弓箭等进攻性武器。还有甲胄、头盔等防护武器。南诏的刀剑是十分著名的。最著名的名为"铎鞘","状如刀戟残刃",柄上"装有金穹铁簜",装饰精美,十分宝贵。[3]史籍上对铎鞘的记述较多,这种兵器出在丽水地区,用丽水淬

---

① 万辅彬等:《俚人铸造铜鼓考》,《中国少数民族科技史研究》,195~210页,内蒙古人民出版社,1988。

② 《徐霞客游记》卷10上,《滇游日记八》。

③ 《蛮书》卷7。

火对它有重要作用。按土语名称分为：绿婆摩求、亏云孚、铎鞘铎摩那、同铎、朱笴。“郁刀”是南诏的又一名刀，其锻造方法秘不示人，其造法大体是“用毒药、虫、鱼之类，又淬以白马血，经十数年乃用”，这种刀“中人肌即死”。[①]“南诏剑”也极其有名，当地人“不问贵贱，剑不离身”，人人都使用这种剑，它是经多次锻造而成的钢剑。“造剑法：锻生铁，取进汁，如是者数次，烹炼之。剑成，即以犀装头，饰以金碧。”[②]南诏剑中“浪剑”最著名，因“浪人诏能铸剑，尤精利，诸部落悉不如”。这些精良兵器反映了南诏少数民族的钢、铁冶炼和加工技术的精湛。南诏刀剑在大理国时仍很著名，称为大理刀。瑶、黎、侗、壮等许多民族都善造刀。

南诏的冶铁成就还表现在其他方面。现存“南诏铁柱”是冶炼技术水平的又一反映。这根铁柱现存云南弥渡县城西北的铁柱寺中，高 3.30 米，圆周长 1.05 米，铸于 872 年。在铸造时，先分 5 次铸造，再连接起来。[③] 另外，南诏时还建过铁索桥。

现在介绍西南少数民族对食盐的开采。西南是井盐的故乡，四川的井盐开采在战国李冰时就已开始。南诏少数民族也开采井盐，其产地颇多。《蛮书》所记产地有：(1)安宁城内外共五盐井；(2)览赕城内有郎井，其盐“洁白味美”；(3)泸南有美井盐；(4)昆明城大盐；(5)龙怯河有盐井两所；(6)剑寻东南有弥潜井、沙追井，西北有若耶井、讳溺井；(7)剑川有细诺邓井；(8)丽水城有罗苴井，长傍诸山皆有盐井；[④](9)威远城、奉逸城、利润城内有盐井一百所。[⑤] 这些盐井分布在南诏各地，由各民族开采。其中览赕城内郎井所产盐最为上乘，“惟南诏一家所食取足外，辄

①②④　《蛮书》卷 7。

③　陈润圃：《南诏铁柱辨证》，载《文物》，1982(6)，74～76 页。

⑤　赵吕甫：《云南志校释》，263 页，中国社会科学出版社，1985。

移灶缄闭其井"，专供王家食用。安宁城内的盐井深80尺，比四川盐井浅一些。因不懂得煮卤成盐，采用焚薪洗炭的简陋办法取盐。[1] 但也有受中原影响较深者，采用较先进的办法煮盐，《蛮书》说："蛮官煮之如汉法也。"这表明览赕郎井优质盐是用"汉法"煮出来的。在岭南沿海地区则利用海水"野煎盐"，即在海潮到来之前先在海边沙滩上挖坑，"坑口稀布竹木，铺蓬簟于其上，堆沙，潮来投沙，成卤淋在坑内"。待退潮之后，"以炬照之，气冲火灭，则取卤汁，用竹盘煎之，顷刻而就"。[2]

四、建筑与工程技术

南方少数民族的居室、城市、宫殿、桥梁和水利设施等都具有明显的地方特点和民族特色。南诏时的大型建筑工程反映了白、彝等民族的建筑水平。

城市和宫殿的建筑是南诏重要的建筑工程。在南诏统一之前，各诏已有不少城池。南诏国的建立更推动了建筑技术的发展，首府太和城是南诏建筑的代表。太和城是西洱蛮最早开始建筑的，739年成为南诏的王都，又进行了扩建。该城遗址至今仍存，为全国重点文物保护单位。它西依点苍山，东临洱海，南北两面各有土夯城墙，高约3米。南垣从五指峰麓起，向东延伸至洱边村，长约1千米。北垣西起佛顶峰，向东延伸至洱海之滨，长约2千米。[3] 城内"巷陌皆垒石为之，高丈余，连延数里不断"。[4]又有一座小城，名"金刚城"建在太和城内，占地约3 600平方米，是南诏统治者的避暑宫。为了保障太和城的安全，南诏因地理条件又为太和城建了两座附属小城，名为龙口城和龙尾城。

羊苴咩城是河蛮旧城，779年成为南诏王城后，有很大的扩

---

①④ 《蛮书》卷6。

② 《岭表录异》补遗。

③ 李昆声：《太和城遗址》，载《文物》，1982(2)，84～85页。

建，该城遗址在今大理县城西三塔附近。羊苴咩城仍以点苍山和洱海为天然屏障，南北有城墙，现存最高处有4～5米。羊苴咩城是南诏最宏伟的城，方圆有7.5千米。城内建有高级官员的住宅和宫殿，《蛮书》卷五记述了城内布局。东西无城墙，也没有城门，南北各一城门，遥相对望，中间有大道相通。城内可分三重：首先是一座高大的门楼，两边有石台阶，高达两丈多。过门楼后300步至第二重门，“两行门楼相对，各有牓，并清平官、大军将、六曹长宅也”。这是高级官员的住宅区。入第二重门，再行200步，到第三重门，门前放有兵器，门上有二层楼。第三道门后有一堵照壁，照壁后100多步有一座大厅，过了大厅，又有小厅，小厅后即是南诏王的宫室。[1]城内大厅的建筑十分壮丽，“至大厅，阶高丈余，重室制如蛛网，架空无柱。两边皆有门楼。下临清池”。大厅内建有许多房间，各种结构，交叉重叠，就像蜘蛛网一样，但都没有柱子。这座大厅应是无梁殿式建筑。在大厅的门楼外东南2里有客馆，在那里有一个“周回七里，水深数丈”的方池，这是一个大的鱼类观赏场所，池内“鱼鳖悉有”。羊苴咩城内的“五华楼”建于公元856年，占地周长五里，高百余尺，上层可容纳万人。此楼也是一座宏伟的建筑，或许是一个建筑群，用于接待西南各部族首领。

南诏的其他城池也有规模很大者，如洱海金梭岛上的避暑行宫“舍利水城”、大厘城、白崖城等。南诏的城市和宫殿建筑体现了精炼的构思和高超的建筑技艺。

在宗教建筑方面，南诏的崇圣寺及寺内的千寻塔是其代表。崇圣寺修于公元836年，基方7里，房屋890间，佛像11 400尊。千寻塔高60米，共16层。这是一座砖塔，造型与西安小

---

[1] 李昆声、祁庆富：《南诏史话》，70～71页，文物出版社，1984。

雁塔相似。塔身中空，有梯可攀登而上至塔顶。该塔在建筑上要求有很高的工艺和技术水平。这种高层建筑是如何完成的?有人认为已有了脚手架。该塔至今已1 100多年，经历了无数次地震的考验，这确是一个奇迹。此外在崇圣寺内还有高8米的雨铜观音造像，其造型为细腰跣足，体态庄严。此像造于899年，系由16个地区的铜铸成的。南诏时期，佛教相当盛行，建立了大大小小各种寺庙和佛塔。这些寺、塔是各民族共同修建的。

考古工作者发现了大量南诏时的建筑材料，这也是南诏建筑技术发展迅速的一个反映。其中在一个南诏城址中发现了有字瓦、瓦当、滴水、鸱吻、花砖、柱础等各种建材，仅是字瓦就有50多块。[①] 还有陶质水管出土，说明南诏建筑的地下排水设施已相当好了。总之，南诏在房屋、城市、楼阁、宫殿、寺庙、塔等方面的建筑有较高水平，有些古建筑保存至今。

在其他工程技术方面，也有不少大型的工程，这些工程需要有严密的技术指导和精确的计算，否则是不能顺利完成的，南诏“横渠道”高河渠等水利工程以及城市建筑工程都是大型工程项目。在广西地区，唐代时开凿了相思埭运河和天威遥运河。这也是重大的工程项目。相思埭运河是在柳江支流洛清江上游的相思水上筑埭(水坝)堤，截河水，开凿水渠，分水进入漓江，从而沟通了漓江与洛清江、柳江。天威遥运河底宽6.4米，顶宽25.6米，深9.6米，长4千米，位于广西防城江山半岛上。它不仅使船只免遭风暴袭击，而且航程缩短41千米。[②] 这些工程与当地少

---

① 云南省博物馆:《云南巍山巄屽图山南诏遗址的发掘》，载《考古》，1959(3)。

② 陈秋莉:《广西古代水利科学技术的发展》，载《中国少数民族科技史研究》第五辑，124～133页，内蒙古人民出版社，1990。

数民族有十分密切的关系。

五、计量、历法、医药

在唐代，洱海周围及滇池附近的少数民族在经济、文化诸方面受汉族影响较深。南诏虽是奴隶制政权，但由于长期向唐称臣，派人去唐朝学习，与中原交流很频繁，受唐影响较大。南诏一方面受汉族影响，促进了自己的文化；另一方面也有明显的民族特色。

在度量衡等计量制度方面，南诏已有了自己的体系。南诏尺比唐尺大一些，诏尺一尺相当于唐尺一尺三寸，一里为一千六百尺。唐尺有大小两种，民间用大尺，计里用小尺。唐大尺为29.6厘米，小尺长24.75厘米。据此南诏尺长38.48厘米，一里为396米，均大于唐。[①] 南诏计地亩以"双"为单位，一双相当于唐五亩。其计量法的来源可能与佣工量有关，即二牛一犁一日犁田量约为一双。到了宋元时代，一双相当于中原四亩，且有乏、巳、角等更小的单位，"以二乏为巳，二巳为角，四角为双"。[②] 南诏规定，上官授田40双，上户30双，中户下户各有差降。布匹的计量单位是幂。"帛曰幂，汉四尺五寸也。"幂不仅是帛的单位，也是交换的媒介。"凡交易缯、帛、毡罽、金、银、瑟瑟、牛、羊之属，以缯帛幂数计之，云某物色值若干幂。"[③] 南诏通行于市的还有贝，作为货币单位，贝16枚为一"觅"。[④] 元李京《云南志略》记："交易用棋子，作呼作䝗，以一为庄，四庄为手，四手为苗，五苗为索。"谢肇淛《滇略》说："其用以一枚为一庄，四庄为一首，四首为一'缗'，亦谓之苗。五'缗'为卉，卉即索也。"这里的"缗"即"觅"之

---

① 赵吕甫：《云南志校释》，294页，中国社会科学出版社，1985。
② 元陶宗仪：《辍耕录》卷二九，《称地为双》条。
③ 《蛮书》卷8，《蛮夷风俗》。本节引《蛮书》均据赵吕甫校释本《云南志校释》。
④ 《新唐书》卷222，《南诏》。

转音。据此后人记述,推断南诏时用贝币有不同的单位和进制,即:1 索=5 苗(觅)=20 手=80 庄。

南诏衡器也与中原不同。

南诏有自己的历法,"俗以寅为正,四时大抵与中原小差"。[1] 又"改年即用建寅之月,其余节日,粗与汉同,唯不知有寒食、清明耳"。[2] 这说明南诏历法以寅月为正月。在节日方面,十一月一日至三日是重大节日。南诏历的具体内容已难考。

在唐初,洱海附近的一些少数民族已经对历法有了相当深刻的认识。《通典》记洱海附近的河蛮(即今哈尼族的先民),与汉族语言相近,"有文字,颇解阴阳历数……而以十二月为岁首"。《新唐书》记松外蛮,也与此同。他们不仅有自己的历法,而且有精通历法和阴阳历数之人。

唐代居于西南边疆的金齿、银齿诸部族,是今日傣族的先民,他们也有了自己的历法。傣历的渊源可能很早,现行傣历以公元 638 年 3 月 22 日为纪元开始,此日为傣历七月一日,汉历唐贞观十二年闰二月初二日。傣历为阴历,平年 12 月,年 354 天,如八月为大月,则为 355 天。闰年 384 天。元旦在六月或七月。此历在唐代已具雏形[3],后世有很大的发展。流传至今的傣文历法文献很多。

干支纪法和十二生肖在南方少数民族中比较流行,唐代白蛮、乌蛮、越、俚、僚、濮各族系中都对此有一定的了解和认识,有些部族在汉代或更早就开始使用干支法。唐代刘恂《岭表录异》中记岭南少数民族:"或云,象肉有十二种,合十二属,

---

① 《新唐书》卷 222,《南诏》。
② 《蛮书》卷 8,《蛮夷风俗》。
③ 张公瑾、陈久金:《傣历研究》,载《中国天文学史文集》第二集,174～281 页,科学出版社,1981。

胆不附肝，转在诸肉中。假如正月建寅，胆在虎肉上，余月率同此例。"[1]

在与疾病的长期斗争中，南方许多民族形成了自己的卫生习惯，使医药知识进一步丰富。

鼻饮是南方一些民族的习俗，至今仍有沿习。它具有很好的保健功能。南方多热瘴，鼻饮还有抵抗瘴毒、防暑降温的作用。一些民族的先民对瘴、毒、蛊、痧等病症有一定的认识。刘恂说，在岭南居住，不是当地人必然受到这些疾病的侵袭[2]，就是这个道理。岭南的民族有不少药用于治毒。他们以草药治这些病，"十得其七八"，疗效较好。"药则金钗股形，如石斛、古之漏、肝藤。"还有一种陈家白药，功效最好，"每岁常为土贡"。在隋代，岭南俚人就用药治疗蛊毒，所用药有：不强药、蓝药、焦铜药、金药、菌药等。[3] 有不少民族善用毒药，南诏"郁刀"中就使用了高效毒药。他们还把毒药用于战争。岭南人知道用羊血解葛毒。许多民族对草药的利用很多，他们收集制作各种草药，"藤歌诺木，丽水山谷出……土人及赕蛮皆撷之。丈夫、妇女久患腰脚者，浸酒服之，立见效验"。[4]

有些民族已形成了自己的医药体系，如壮族的先民，唐宋之际，就有了有自己特色的医药学，对各种疾病有自己的认识和治疗方法。在医疗方式上，很早便使用"微针"。他们还用针挑放血治病，称为"挑草子"。针刺治瘴是壮族等民族的先民的特长。[5]

（郭世荣）

---

①②《岭表录异》卷上，鲁迅校勘，广东人民出版社，1983。

③ 巢元方：《诸病源候论》卷上，《蛊毒病诸候》。

④《蛮书》卷7。

⑤ 黄汉儒、黄瑾明：《关于壮医学史的初步探讨》，载《中国少数民族科技史研究》第二辑，112～132页，内蒙古人民出版社，1988。

第四章　吐蕃时期藏族的科技

藏族是中华民族大家庭中的重要一员，自古以来生活在约占全国总面积1/4、平均海拔4 000米的青藏高原上，聚居在西藏自治区和青海省的玉树藏族自治州、海南藏族自治州、黄南藏族自治州、海北藏族自治州、果洛藏族自治州、海西蒙古族藏族哈萨克族自治州，甘肃省的甘南藏族自治州、天祝藏族自治县，四川省的甘孜藏族自治州、阿坝藏族自治州、木里藏族自治县，云南省的迪庆藏族自治州。据1982年调查统计，藏族共有3 870 068人，他们在开发、建设和保卫西南和西北边疆、维护祖国统一和加强民族团结的伟大事业中做出了重大的贡献，而且在认识和改造自然的漫长岁月里，创造和积累了不少宝贵的科学文化知识，形成了藏族科技，为丰富中华民族科技宝库做出了独特的贡献。

藏族古代社会经历了原始社会、奴隶制社会和封建社会三个发展历史时期。

根据藏、汉文献记载，考古发掘和民族传说，有力地证明：藏族先民自古以来就活动于青藏高原之上，长期与祖国西部各部族融合、发展而形成了藏族。在从那时起至公元6世纪前后的漫长岁月里，藏族社会处在原始社会时期。

就目前掌握的史料，尚不能得出藏族社会何时进入奴隶制社会的确切结论。不过根据敦煌出土的古代藏文史料的记载，可以认为最迟在公元6世纪时，藏族社会已确定无疑地进入奴隶制社会了。奴隶制社会自松赞干布的祖父达日年赞在6世纪后半期雄踞山南穷结，开始筹建吐蕃王朝，中经松赞干布的父亲朗

日伦赞对内平定纷争,对外扩张势力,为吐蕃王朝的建立奠定了基础,到松赞干布在逻些正式建立吐蕃王朝,到公元 9 世纪 40 年代(842 年)朗达玛被弑,吐蕃王朝灭亡为止,共经赞普(王)十一任,历时近 3 个世纪。本章主要介绍吐蕃时代藏族在科技方面的成就。

第一节　农 牧 业 技 术

藏族古代农业在藏族形成之初就出现了。据《王统世系明鉴》记载:“猕猴与魔女结为眷属以后,生下了六个猴崽……过了三年,父猴菩萨前去观看,只见猴崽们已增加到五百个,这时树上的果实已经吃完,又别无可吃的食物。”父猴菩萨便求于圣观世音菩萨。“于是观世音菩萨起身,从须弥山的缝隙中取来青稞、小麦、豆子、荞麦、大麦,撒到大地上,使那里长满不种自生的谷物,交付给他们,并吩咐说:‘吃吧!’由于这个缘故,该地后来被称为梭当巩波山(意为命令取食山)。此后猴崽们在那里饱食谷物,身上的毛和尾巴都变短了,又慢慢懂得使用语言,这样变成了人。当时的人吃不种自生的谷物,穿树叶做的衣服……于是在各个平地上开垦(于是垦所有平地为农田)。”这段记载虽系传说,但是从已有谷物和农田两点看,可以认为那时已有了原始农业。

《贤者喜宴》有“远古统治西藏的十种情况”一节,引用《广史》等书的记载,叙述远古统治西藏的十种情况。其中第七种情况是:“第七,(西藏)为玛桑九族所统领,此九种为……9・桂多纳木擦。此时西藏称为播卡年雅楚(བོད་ཁ་ཉི་དྲུག)……”关于(བོད་ཁ་ཉི་དྲུག),《贤者喜宴》汉译有一条详细的注释,其中说到,“近年来有些藏学研究者发现,‘བོད’字在古代藏语中有‘农业’之意, 例如《六世班禅贝甸益喜传》中, 就称‘农牧区诸百姓’为

‘བོད་འབྲོག་གི་མི་སེར་རྣམས—……’又见《五世班禅传》31 页。故此推想吐蕃以雅隆部落为主创建，而雅隆部落是以农业发达为实力，并进而统一全吐蕃之地的，或许吐蕃即以此‘བོད’(农业)字称呼整个部落以至吐蕃。”有人对“བོད”字在古代藏语中含意的考证是颇有意义的[①]，它可以告诉人们在雅隆部落那时，原始农业已经相当发达。

聂墀是吐蕃部落的第一代赞普(赞普系藏语译音，意为部落首领，也可意译作“王”)，部落聚居之地，就已经有了原始的农业。

到了第九代赞普布代贡甲在位之时，农业有了迅速的发展。据《汉藏史集》记载，“将草滩开垦为农田……在这以前吐蕃没有采集草籽、收割庄稼之事，从这时有了牲畜和农事。”《贤者喜宴》则称，布代贡甲在位之时，“钻木为孔，制作犁及牛轭；开垦土地，引溪水灌溉；犁地耦耕；垦草原平滩而为田亩。”从这些记载可以看出，在布代贡甲时，农业发展的突出表现是：改进了生产工具——钻木为孔，制作犁及牛轭；采用了新的耕作方法——耦耕，即通常所说的“二牛抬杠”；利用了自然水源，引溪水灌溉；开垦荒原草滩，扩大了耕地面积。因此，提高了劳动效率，增加了农产品。

传说到了“中累六王”时，为首者阿肖累任用拉普果嘎为大臣。此拉普果嘎系吐蕃七良臣中之第二人，据《贤者喜宴》记载，“他以双牛一日所耕土地面积作为计算耕地面积(单位)……引溪头水而成灌田沟渠；在低处种植水田。”这些措施和主张大大推动了农业生产的发展。墀年宋赞在位之时，农业生产不但已经普遍使用铁犁和铁锨，而且还大兴水利建设，据《拉达克王世系》

---

① 载《西藏民族学院学报》，1980(4)，41 页。

记载,“墀年米赞之时……串联湖泊向上引水;将沟头之水蓄入池中,昼夜引水灌溉。”

达日年塞时,吐蕃进入了奴隶社会,农业生产发展到了一个新的阶段。朗日伦赞时,通过开垦进一步扩大了耕地面积。

松赞干布迁都逻些(今拉萨),建立了吐蕃王朝,采取了一系列措施,为经济的迅速发展提供了有利条件。在农业生产上,据《汉藏史集》载称:“将涧水引入池塘,然后引入水渠中”,继续鼓励发展水利,实行旱灌涝排;“又将山上居民迁到河谷,开垦平川为农田,划分田界”,提倡开荒造田,扩大耕地面积。在耕作方法上,大都采取“二牛抬杠”式的犁耕。其主要农作物是青稞和小麦等。汉籍也称:“其稼有小麦、青稞、荞麦、䓣豆”[①];另据《贤者喜宴》记载,吐蕃没有蔓菁,文成公主“乃携带蔓菁籽种”到西藏,吐蕃始有蔓菁。农业生产开始在专门设置的机构和官职下进行,并且得到了法律的保护,各地农业归各茹本、东本管理,而实际上则是由“兴本”(藏语译音,意为“田官”)专管,在赞普的诏命中明文规定“不准在贫民田间纵马”。松赞干布以后,墀松德赞等又进一步采取和推行了一些措施,促使农业继续发展。

藏族古代牧业在远古时期就出现了。据《汉藏史集》、《贤者喜宴》等典籍记载,“从猴崽变成人类”,“其时有十二小邦”。这十二个小邦就是12个牧业部落。之后,出现了传说中的吐蕃远古的第一位赞普——聂墀赞普,是被12位放牧少年以颈为座而拥立的。这12位放牧少年拥立赞普一事,同样说明那时已经有了原始牧业。传说聂墀赞普在位时,贵族“衣饰华美,出入开始乘马,有了牧马奴”。“乌尔朵”(藏语译音,意译一般作“投石带”,也有的作“投石器”或“放牧鞭”)为迄今仍在沿用的放牧工具。它是

① 《新唐书》卷216上,《吐蕃上》。

用毛线编织而成的长1米左右的绳状物，中腰成一小兜。其用法是将“乌尔朵”对折，紧握在手，在中腰小兜里放入石子，然后抡舞，趁势松其一端，把石子抛向目标，以驱使牛羊移动。据传说，“乌尔朵”的出现和使用始于聂墀赞普之时。

藏族古代牧业是从驯养野生动物为饲养牲畜发展起来的。据《汉藏史集》记载，布代贡甲和茹拉杰王臣时代，“驯养了黄牛、牦牛、山羊、绵羊”。又据《法王松赞干布遗训》记载，朗日伦赞时代，“将公母野牦牛驯养为公母牦牛，将公母鹿育成黄牛，将公母野山羊盐(驯)养成绵羊，将公母麞驯化成山羊，将公母野骡驯化为马，将公母狼驯化为犬”。在这段文字中，关于野生动物驯养为饲养牲畜一事，虽有很不科学的说法，但从总的方面来看，它反映了朗日伦赞时家庭饲养牲畜的现象已经相当普遍。

吐蕃时期的牧业，在放牧方面已经形成了一些适合当地的习惯，采取了一些具有青藏高原特点的措施：1. 蓄草过冬。据《汉藏史集》记载，布代贡甲时代，“在夏天将草割下成捆收藏以备冬天饲养牲畜”。又据敦煌古藏文史料记载：“《拉达克王世系》云：当此王(指达日年塞——笔者)时，蓄积干草。”2. 制定统计牲畜的单位。据《贤者喜宴》记载，阿肖累时代，以“颓”(也有译作“推”的)做计算牲畜单位。3. 已经有定居放牧的习惯。当时，在一般草原上放牧绵羊，在森林地带放牧山羊，在沼泽放牧马匹，在田野里放牧犏牛，在岩洞里饲养猪。4. 实行杂交，改良牲畜品种。据敦煌古藏文史料记载：“《拉达克王世系》云：当此王(指达日年塞——笔者)时，杂养犏牛与骡。”犏牛系黄牛与牦牛杂交所生，骡系驴与马杂交所生。5. 产生了专门从事牧业的牧者。据《法王松赞干布遗训》记载：“牧养牲畜之牧者亦产生于此时”(朗日伦赞时——笔者)。又据《贤者喜宴》记载，松赞干布时代的社会分工有所谓“七牧者”，他们是地方上专门从事牧业生

产的人员。6.设有专职官员管理牧业。据《贤者喜宴》记载，松赞干布时代设有"七官"，其中的"楚本"（藏语译音）"管理母牦牛、犏牛及设帐等事"。这也就是说"楚本"是"牧官"（或说管理牧业是"楚本"的主要任务之一）。

吐蕃时期的牧业兴旺发达，一是牲畜种类较多，据敦煌古藏文文献记载，有母牦牛、山羊、驴和驮等。另据《新唐书》载称："其兽，牦牛、名马、犬、羊、彘、天鼠之皮可为裘，独峰驼日驰千里。"[①] 二是畜产品较丰富，皮革、毛类、牦牛尾以及肉、酥油、乳等除自用外，还与邻族交换，互通有无。　　　（张天锁）

第二节　天文历算

藏族古代天文历法是古代劳动人民及其天文工作者经过长期辛勤劳动，在实践中创造、发展起来的，同时也吸收了祖国内地古代的和邻近其他外部民族的天文历法知识。

6世纪以前，藏族处在原始氏族公社的社会发展阶段。由于社会生产发展的需要，便产生了天文历算的萌芽知识。

据藏族古史《亚桑的故事》中说，相传约在公元前1世纪的布代贡甲时代，在山南雅隆地区产生了"纺织老女人之月算"。从此，雅拉香波地方的人开始知道东南西北四方和春夏秋冬四季。但是，纺织老女人的月算法推行了一段时间，遇到了矛盾和问题，不利于生活和生产，人们又继续实践，从中认识到自然界一切变化的主要原因之一，不是别的而是太阳位置的南北移动。基于这种认识，得出了"年的成长主要靠太阳"，"月的成长主要靠月亮"，"日的成长主要靠昼夜"的结论，并以日算把一年分为夏至、冬至、秋分、春分。以月的推算把每月分为上弦、望、下弦、朔

---

① 《新唐书》卷216上，《吐蕃上》。

(30日)。以一昼夜为一天,每三十天为一个月,每十二个月为一年,一年为三百六十天。时以日分而定,将时分为日升、日落、中午、半夜等。对纺织老女人的月算法作了修正和改进,有关年、月、日的划分和计算有了大概的规定,并且提出了每三年闰一个月的办法。此外,据《王统世系明鉴》载,布代贡甲时本教四派之一的"都辛春洽巾……并且上观天上星象……"可见西藏劳动人民早就对日月星辰等天象有了认识,也积累了一定的天文历法知识,他们之中还出了专门从事观天的"天文工作者"。

远古藏族不但学会划分和计算年、月、日,而且创造发明了观测时间的办法和简单的计算仪器,用以划分每天的时刻。这种办法和仪器有以下二种:

1. mthe ślrib 大拇指测影法:

这种办法是用一根草或一根麦秆插在大拇指背的第一道横纹上。指头要对南方,再看日影的倒向,以测定时分。例如,日影指向西方,约为早晨11点;日影指向东南方,约为下午3点多;太阳当顶(中午)的时间,也就是日影最短的时候。

2. thur ślrib 长柱测影法,又称cha bdunthu ślrib 日圭七分测法:

这种木质测影仪器全长0.33米有余,是由7块6厘米见方小木块连接而成,棱角互相错开,七个层次分明,每一层次代表30°。使用方法是用垂直的指示器测出日影方向和长度,再依日影的方向和长度确定夏至、冬至等节气日期和日间时刻长度。例如,每年冬天太阳南移的端点,日影最长,这个时节称为dgun nyi ldog,即是"冬至";每年夏天太阳北移的端点,日影最短,这个时节称为dbyar nyi ldog,即是"夏至";介乎最长日影½的时候,情形有二:在上半年称为dpyid mnyams,即是"春分",在下半年称为ston mnyams,即是"秋分"。

3. chu tshod 测水法(水钟)：

以上两种方法只适用于晴朗的白天，而阴天夜间则失去了作用，于是，藏族劳动人民又发明了测水法，即采用滴水计时的办法。这种办法相当于中原早期的滴漏，是在一种特殊样式的容器(这种容器最早是石罐，后来渐次改用陶罐和铜罐)靠近底部的侧面开一小孔，在罐中垂直插一刻有 12 个格子的尺子，然后装水入罐。水从小孔滴出，观察容器内水位高低以定时间。

藏族天文历法的发展与祖国的天文历法发展有着密切的关系。早在朗日伦赞时代，中原的天文历法知识就开始传到吐蕃，“由汉地传入历算六十甲子、医疗、讲论饮食利益和危害的保养方法，由印度传入十二缘起支和六伦转等，这是吐蕃最初医药和历算”。到了松赞干布时代，唐蕃和亲，文成公主下嫁，带了多部有关天文历法的经典入蕃。《汉藏史集》载称带去“占卜历算之书六十种”，《贤者喜宴》则说带去“八十部占筮历算法”，其中主要的经典如《博唐八十数理》、《五行珍宝包罗》、《密意根本之精》、《珍宝之堆》、《主干综述》以及黄历推算等法，这些对于藏族天文学的发展起过决定性的作用。又据《汉藏史集》记载，“因吐蕃臣民们不会计算岁时四季，不会区别吉凶祸福”，法王松赞干布心想：“……作为使世人消除疑虑愚昧的办法，若能将印度和汉地的历算法在吐蕃推广，对社稷必定有益。”于是挑选了吐蕃人中聪明有识之察达丹、朗措多勒、甲迦冬衮、达米达卡等 4 人，对他们说：“你们到汉地去，学习对我们吐蕃有益学问……要学习测算生死、推算四季时节……”察达丹等 4 人遵法王之命到汉地拜师勤学，返回吐蕃后将学会的占卜历算之法全部译成藏文。在西藏传播最广泛的有：以五行计算的算学十二生肖记年法、人寿六十花甲、八卦、九宫、黄历推算、廿四个节气和“牛算”等。墀德祖赞时代，黄历历书《暮人金算》、《达那穷瓦多》、《市算八十卷》、

《珠古地方的冬夏至图表》、《李地方的属年》、《穷算六十》等经典传到吐蕃。这些经典都是哪些汉文原本，尚待研究。此外，还从其他国家和地方输入了多部天文历法典籍，例如卡及珍地区的《央恰六十四个图表》、尼泊尔的《嘎尼羊孜》、阿里的古格和香雄两地的五曜（火、水、木、金、土）的运行推算法和日食、月食推算法，当时广泛流传。到了8世纪初叶，金城公主至吐蕃后，把以《算学七续圣典》、《八支》为重点的关于五曜、八卦、九宫、七曜和二十八个星宿等很多算法解释成藏文；在兴建桑时，金城公主派人邀请了名叫森孜的汉地算学家入蕃，讲述算学和观察地理的学问。墀松德赞时代，汉地算学家土华那波（又名丁作，也称达钦体里）曾先后两次来到吐蕃。第一次，他把祖国内地通用的算学译成藏文；第二次他带去祖国内地的冬、夏至算法，编有关于区分四季的《珍宝明灯》、《冬夏至明灯》、《五行珍宝密精明灯》等著述，其中《冬夏至明灯》和《五行珍宝密精明灯》两部是目前留存在西藏的祖国早期天文星算的重要典籍，另有《星算琉璃卷》、《经典中心之意》和《解释太阳之光》三部早已失传，十分可惜。他还进行了实地考察，把握高原气候的特点，正确区分了西藏的季节。与土华那波合作共事的有汉地和尚马哈亚那、马哈惹乍帝瓦、比其赞巴希拉等和藏人康巴・查吴、穷布・唐波、朗措东亚、藏王谢、摩雷侃、加玉桑等。其中康巴・查吴和穷布・唐波是土华那波的得意门生，他俩从师长那里学得《星算琉璃卷》、《经典中心之意》和《解释太阳之光》等星算著述，并且装入虎皮袋里，暂时埋于地下，后期由贝绕扎那发掘出来，进行了翻译。这时又涌现了觉若白坚、拉龙乙、才斗益扎、呐朗拉、呐朗扎巴、雪布瓦・拉钦、加乙顿巴・曲吉仁青等七名星算家。墀松德赞以后，从汉地获得的算学译著，由康巴・查吴、穷布・唐波、穷布多巴、禅卡白玛、强钦扎巴、穷呐夏搭尔等广为传播。据《多米的金车》记

载，约在公元 724 年，香雄地方有位名叫拏盘·桑结益西者，精通四曜的四个行速、日食月食等天文星算之学，经多次研究日影，发明了准确预测夏至、冬至、春分、秋分的长柱测影法，这是西藏天文学史上的重要发现。公元 806 年，“及孜”即经典数据推算法开始推行，大大促进了藏族天文学的发展，只是由于当时存在着教派间的斗争，“及孜”的发展受到了极大的障碍。吐蕃赞普墀松德赞点燃了算学的明灯，他曾派遣 4 名吐蕃青年到内地，向塔提里学习算学。其中朗措东亚之孙定居在康区，他的后代木雅·坚参白桑非常精通初译汉历的五行推算法等。木雅·坚参白桑从康区来到西藏，居住在玉波扎朗的山洞（今称扎朗县的“握噶山洞”），他反复研究当地的地理和气象，吸收群众的观天经验，根据青藏高原的特点结合汉历以木鼠为年首进行推算，撰写了有关天文和历法的书，创立了“山洞算法”。后来出现了木雅·坚参白桑的后裔，诵持密咒的伦珠白和许多精通天文星算的学者，他们使“山洞算法”得到了推广。[1]

藏族在古代对数学知识达到何种水平，目前所知甚少。但由于研究历法的需要以及其他方面的需要，必然推动数学的发展，最低也能普遍进行加、减、乘、除四则运算，分数应当是熟知的。当时天文历法家所达到的数学水平，肯定比这要高些。九宫数也从内地传入了西藏。　　（张天锁）

第三节　医药卫生

藏族有着自己独特的医药——藏医药。藏医药是祖国医药伟大宝库中的重要组成部分，已有两千年左右的悠久历史。

---

[1] 催成群觉、索朗班觉：《藏族天文历法史略》，载《西藏研究》，1982(2)，22～35 页。

远古时期,医药充满了神话和传说,其中有些不足为信,有些则确实存在。如说最早的病是消化不良,最早的药是开水,这在很大程度上反映了藏族先祖对疾病的认识和与之作斗争的事实。之后,通过实践,懂得动、植、矿物的某些部分有着解除身体病痛的作用,认为"有毒就有药"①,这种认识是很有道理的。再后来,民间逐步养成了一套简单而行之有效的防治疾病的卫生习惯,例如,不吃死牲畜肉,实行分食,餐具专用,人畜饮水分上下游(即人饮上游水、畜饮下游水),饭后吃酸奶帮助消化,长期不住的房屋和不穿的衣服用柏烟熏,病人的衣物器皿"日光晒,星夜露"或用火烤、柏烟熏,用热酥油止血、青稞酒糟治疗外伤。这些情况说明,很早以前,藏族先民已经总结、积累了一些医药经验和知识。

藏族社会进入吐蕃时期,拉托托日年赞是吐蕃第二十七代赞普,他在位期间,古印度医师毕吉加杰和贝拉加杰玛兄妹2人入蕃传播医疗及药物知识,带来了《脉经》、《食经》、《方药经》、《针灸经》、《医疗工巧经》等医药书籍及完整的注本和注疏。赞普对这两位印度医师备加敬仰和供奉,还将公主拉钦意吉茹恰许给毕吉加杰为妻。后来毕吉加杰和拉钦意吉茹恰夫妇生了一个儿子,名叫董曲托曲赞。父母教给儿子怎样切脉诊断、如何制药、灸法及放血的手术、外伤的包扎和处理、饮食规则等实践和医学教本的理论,使董曲托曲赞成了一名医道高明的医师。董曲托曲赞继承父业,行医治病,总结出"医疗生活五纲",即诊病切脉纲、生活饮食纲、内治药物纲、外治针灸纲、创伤外敷纲,并有解释、口诀、临床经验。他还收徒弟,传授医学。从此,藏医学得到发展。

① 《伦布嘎汤》,木刻版,7页。

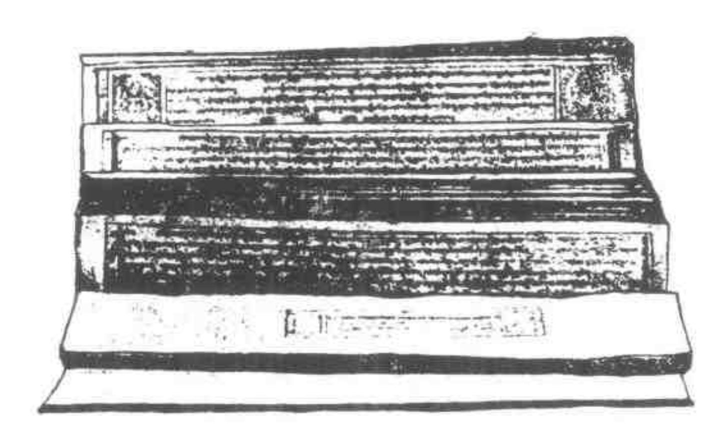


图 1.4.3.1　藏医古籍

朗日伦赞是吐蕃第三十一代赞普。据《汉藏史集》载称：朗日伦赞的时期，由汉地传入历算六十甲子、医疗、讲论饮食利益和危害的保养方法，由印度传入十二缘起支和六日轮转等。这是吐蕃最早的医药和历算。

朗日伦赞之子松赞干布统一了西藏高原，建立了强盛的吐蕃王朝，创制了藏文，使西藏进入有文字记载时期。唐太宗为加强汉藏两族关系，把宗室女文成公主嫁给松赞干布。公元641年文成公主入蕃时，曾带去多种医药学著作。据《王统世系明鉴》记载，有"能治四百零四种病的药品，百种诊断和五观六行的医术，还有四续医书……"这些医药学著作由汉族医生马哈德瓦和达磨高厦译成藏文，取名《曼杰钦莫》(《医学大全》)。书中比较系统地介绍了中医的人体生理、病理、诊断、治疗、药物学说，中医的阴阳五行、营卫气血、五脏六腑学说，亦被藏医学作为藏医学史上最古的医学文献，曾广为流传，对藏医学的发展起过重要作用，可惜原书已佚。

韩文海(藏语译音。又作韩维康)是唐朝医学家，他应松赞干

布之请，入蕃传授医学，并与印度医生巴拉达扎、波斯医生加林诺[1]，先据各自见解分别翻译，后经讨论共同编成一部综合性医书《无畏的武器》（藏语称做《敏吉村卡》）。全书共7章。除吸收了中医学的内容外，还吸收了印度、波斯医学的内容。

据《王统世系明鉴》记载，墀德祖甸时，"贝孜尊扎室利还翻译了许多医书"。此处所说的"医书"，是指金城公主带到西藏的医学著作。据藏文的文献记载："金城公主又带来了许多历算和医学（著作）"[2]，"其中最著名者为《月王药诊》（藏名《曼杰达维杰波》）"（见《医学总纲》78页下），由汉族医生玛哈谛、汉人贾珠嘎堪及藏族医生琼波泽孜、琼波塘祖、久拉门巴等翻译成藏文。书中全面介绍了生理、病理、疾病治疗方法，在翻译时加进了许多藏医药内容，因而藏文本《月王药诊》具有浓厚的民族特色。例如，全书所载329种药物中，约半数是藏药，像螃蟹甲、伞梗虎耳草、喜马拉雅紫茉莉、酥油、青稞酒、糌粑等许多药物，均为西藏地方特产。《月王药诊》反映了藏医与汉医的历史渊源，使汉医与传统的藏医相结合，为藏医学的理论奠定了基础。

公元754年，墀松德赞继位。据《汉藏史集》中《吐蕃医学的历史》篇记载："当时，由译师毗卢遮那迎请各方的医师，把他们的师术译成藏文。又由印度入辛达迦巴把药师佛所说的续部全部译成藏文，由汉地和尚摩诃衍那把文殊菩萨所说续部译成藏文，由尼泊尔人达那锡拉把观世音菩萨所说的续部译成藏文，由突厥人森却钦波把金刚手菩萨所说的续部译成藏文，由朵尔波人其玛如孜将度母所说的续部译成藏文。关于吐蕃早期的医生，有国王墀松德赞任命的九名御医，受到众人赞许的医生四十五

---

① 近来，对韩文海等三人有新的解释，见蔡景峰：《古代藏医学的几个组成部分》，《中国少数民族科技史研究》第一辑，85～97页，内蒙古人民出版社，1987。

② 巴俄·祖拉陈瓦著，多吉杰博编：《贤者喜宴》藏文本。

人，被称为精通医术的医生九十二人……到拉喇嘛绛曲沃的时期，医药之学大为兴盛。"精通医药学而被墀松德赞王任命的9名御医是：出生于西部的且杰希波、乌巴却桑和比且勒衮3人；出生于中部的老宇妥·元丹贡布、木雅绒杰和冒迪杰桑3人；出生于东部的涅巴却桑、塔希达波和东巴扎杰3人。这9人中以老宇妥·元丹贡布最为著名，居9人之首。

老宇妥·元丹贡布是藏医一代宗师，他经过20多年的辛勤努力，编写成吐蕃时期的医学代表著作《四部医典》，奠定了藏医的理论基础。从此后藏医逐步形成了具有民族特色的独特体系。

老宇妥·元丹贡布的《四部医典》原本，因年代久远，可能早已失传。目前最早的传本，是公元12世纪，新宇妥·元丹贡布根据老宇妥的原书修改补充[①]、在16世纪由罗朱给布于扎当刻版的《扎当居悉》(《扎当四部医典》)。公元1687年，第司·桑结嘉措又对《扎当居悉》进行了重新校订。

《四部医典》，又译作《医学四续》，藏名《居悉》，是四部传统藏医学著作的总称。这四部医学著作是：第一部，《总则本》，又译作《本续》，藏名《杂居》，共6章，有彩色挂图4幅，所讲的内容是人体生理、病理、诊断及治疗的一般知识。第二部，《论述本》，又译作《释续》，藏名《解(xie)局》，共31章，有彩色挂图35幅，所讲的内容是人体生理解剖、疾病发生的原因及规律、卫生保健知识、药物性能、诊断方法和治疗原则等。第三部，《密诀本》，又译作《诀窍续》，藏名《瞒阿局》，共92章，有彩色挂图16幅，内容是专门论述各种疾病的诊断和治疗。第四部，《后疗本》，又译作《后续》，藏名《启迈局》，共28章，有彩色挂图24幅，内容是介绍脉诊、尿诊，各种方剂的配方、功效和用途，以及外治疗法等。全书

① 新宇妥·元丹贡布是老宇妥的十四世后代。

共多达 2 300 多页，约 24.1 万字。内容十分广泛，从医学理论到临床实践，从病因病理到诊断治疗，从药物到方剂，从卫生保健到胚胎发育，都有详细的论述。特别值得提出的是早在 8 世纪那样的历史条件下，《四部医典》从进化的思想，提出在胚胎发育过程中，要经历鱼期、龟期和猪期三个不同的阶段，这是一个很了不起的认识，在生物进化史上是相当宝贵的资料。

续弦胶是一种药物，即本草里的质汗。据考证，系吐蕃的发明，是藏族对祖国医学一个奇特的贡献。考《政和证类本草》卷一一说："质汗，味甘、温、无毒，主金疮伤折，淤血内损，补筋肉，消恶血，下血气。妇人产后诸血结，腹痛内冷，不下食，并酒消服之。亦傅痛处。出西蕃。如凝血。蕃人煎甘草、松泪、柽乳、地黄并热血成之。陈藏器曰：蕃人试药，取儿断一足，以药内口中，当时能走者，至良。"这说明续弦胶即质汗，是主治骨伤愈合等症的特效良药。此外，还有粘接修复兵器的作用，堪称奇特之物。

吐蕃时期的医学成就，还可以从敦煌文献里了解到。例如，从《医疗术》(P.T.1057 号卷子 I.O. 第 56 卷 57 号)、《火灸疗法》(P.T.V.127;P.T.1004 号卷子)、《藏文针灸图》里得知，吐蕃时已有丰富的医疗术：穴位放血、火灸、灌肠、导尿、熏蒸治疗、冷热敷、药水浴身、油脂疗法、穿刺术以及针拨白内障等。(张天锁)

第四节 金属铸造工艺

藏族从什么时候开始使用金属，目前还不太清楚，但历史是很早的。在传说的波德贡甲在位时，"又以木炭炼矿石，得到金、银、铜、铁等金属，在河流上架桥"。[1] 在其他书中也有类似记载。

---

① 达桑宗巴·班觉桑布著，陈庆英(汉)译：《汉藏史集》，辽宁人民出版社，1985。

藏族在金属铸造工艺上有很高的水平。

刀剑是藏族的特需品，无论男女老少都佩带刀剑。刀剑具有生产、生活、自卫、装饰四种效用，无论春夏秋冬不离开。松赞干布时期，已有专门的冶铁行业，据《册府元龟》记载"惟以淬砺为业"，这说明冶铁工匠已经掌握淬火与磨砺的技术，用来制造兵器，而且质量相当好。《新唐书》所载吐蕃士兵"其铠胄精良，衣之周身，窍两目，劲弓利刀不能甚伤"[1]，充分证实了这一点。

刀剑以钢材锻制而成，加工精细，面净光，刃锋利，把柄以牛角或木料制作，并缠以银丝或铜丝、铁丝，把柄顶端箍铜皮或铁皮，有的还镶银饰。鞘套十分讲究，有包铜、包银的，有的还刻有花卉动物图案，甚至镶嵌珠宝。

刀剑在西藏的历史非常久远，据《贤者喜宴》记载，远古时期，"（西藏）为玛桑九族所统领……这时出现了箭套、剑、铠甲及小盾等武器"。到了吐蕃时期，刀剑得到广泛传布，据《汉藏史集》载称："在止贡赞普的时期，在叫做普森都的恶地，有木司同母兄弟九人打造了刀剑，称为吐蕃古司刀剑。九兄弟的徒弟分为九支，吐蕃的刀剑增多起来。"种类繁多，特征各异，足可见其制作工艺之精湛，制作水平之高超。

吐蕃时期以来刀剑的种类，有尚玛、索波、呼拍、古司、甲热五大类。尚玛是汉人的刀剑，是在唐太宗在位之时兴盛起来的，分为尚玛和尚杰两类；索波是边地人的刀剑，是在图杰王在位之时兴盛起来的，分为索波、索干和索孜三类；呼拍较晚，是蒙古人的刀剑，是在成吉思汗在位之时兴盛起来的，分为呼拍和呼若两类；古司是吐蕃人的刀剑，是在止贡赞普在位之时兴盛起来的，分为古司和古达两类，古司为眯缝眼九兄弟师徒及其后裔打造

---

[1] 《新唐书》卷216上，《吐蕃上》。

的刀剑，古达为眯缝眼九兄弟的主人及其后裔打造的刀剑；甲热是南方门地区的刀剑，是在南喀止则在位之时兴盛起来的，分为甲热和嘉甲两类，甲热为米托塔果及其后裔打造的刀剑，嘉甲为王族打造的刀剑。

以上各类刀剑又可再分为若干种。尚玛可分为3种，即止则、果决、尚参；尚杰可分为萨噶和萨玛两种。索波也可分为3种，即索钦、索迦、索参；索孜又分为甲勒、特查两种。呼拍可分为色噶、色玛、色查三种；这三种又各分出两种；呼若可分为卡干、卡那两种。古司可分为9种，即南喀布决、扎拉噶决、贡查古决、曲朗涅决、喀尔格觉决、恩托格决、沃查山决、贡果帕决、切尼冬决，这9种又各分出两种；古达可分为3种，即香噶、香那、萨乌巾。以上是古司刀剑的种类，各类中又可分大刀和剑两种。甲热可分为夏甲、洛甲两种，夏甲又分谢科、欧科、止科3种，这3种又各分出3种，洛甲可分为甲宁、噶乌玛、古拉司、瓦尔巴、色冬等5种；嘉甲可分为香玛、香那、米斯3种。甲族刀剑中除了达巴巾以外都是香玛。

各类刀剑的特征，包括好几个方面，兹分述于后：

实有的特征：尚玛类的刀剑背厚且重；索波类的刀剑刃锋利；呼拍类的刀剑有鞘套；古司类的刀剑有银色刀纹；甲热类的刀剑能够截铁。

比喻的特征：尚玛类的刀剑大多数柄粗尖窄，像一只涂了颜料的绵羊；索波类的刀剑大多数柄与尖等宽，像一叶剪下的松树叶子；呼拍类的刀剑大多数闪射青光，像一条被大鹏追逐的青蛇；古司类的刀剑大多数闪射白光，像浸湿的白杨树枝；甲热类的刀剑大多数雄劲锋利，像是老虎在平原上奔跑。

固定不变的特征：尚玛类刀剑固定不变的特征是，从刀剑尖往下量三指，有判断刀剑是否锋利的纹路，就如人指甲上的纹

路，智者眼观就能知，愚者手摸也可晓。索波类刀剑固定不变的特征是，从刀剑尖往下量三指，就可看到阴铁和阳铁的区别。呼拍类刀剑固定不变的特征是，从刀剑尖往下量一半后再往下五指处，有像虎纹一样的花纹。古司类刀剑固定不变的特征是，剑体中间有一道白色铁光，就如一道白色的银河。甲热类刀剑固定不变的特征是，剑体又薄又宽，剑尖为弧形。

金属铸造在藏族社会源远流长，据《广史》、《国王箴》等记载，早在远古时期，就出现了弓、箭、斧头、斧钺、矛、叉、匕首、箭套、剑、铠甲等金属工具和武器。到了吐蕃时期，据《汉藏史集》记载，止贡赞普在位时，出现了古司刀剑；止贡赞普被大臣罗昂达孜杀死后，其尸体被放入铜棺之中，从吉达桥头抛进娘曲河中的。又据《汉藏史集》、《贤者喜宴》等记载，止贡赞普之子布代贡甲在位之时，以木炭冶炼矿石，得金、银、铜、铁等金属。

随着金属的出现逐渐兴起了金属铸造业。藏族金属铸造主要用于宗教活动，也用于俗家生活。

金属铸造的器物主要有佛像、供神灯盏、供神铜水杯，以及宗教音乐舞蹈中使用的铃铛和铙钹，还有僧人传召诵经大会时熬茶煮饭的大锅。有家用的锅碗瓢盆。

用于铸造的金属材料金、银、紫铜、黄铜和以铜为主的含锡合金，藏语称为“卡瓦”(专门铸造铃铛)。另外还有一种藏语称做“绰”的青铜，它又分黑、白两种：黑青铜是铁和“卡瓦”制成的合金；白青铜是用紫铜和黄铜制造的杂铜。

铸造方法有蜡法和模具法，而以模具法使用比较广泛。

熔炼浇铸金属的器皿是半圆形的，藏语称作“隆贡”或“锅绕”，用胶泥制成，此即汉族所说的坩埚或熔罐。使用时，先把隆贡(或锅绕)架在火上，烧热后将浇铸用的金属投入其中，直至完全熔化。待沸腾时立即端起隆贡(用特制夹坩埚)将金属液从浇

铸口浇入模具内，直到浇铸口溢出金属液时为止。应一气浇成，中途不要停顿。

凝固在泥坯模心的金属块状物就是完成的金属铸件。把铸件取出，加以修饰，即成铸造成品。

如果是铸造佛像，在工艺上有两点必须做好：一是制作模具时，要把一块用潮湿的成型泥砂做成的近于方形的泥砂团放在模心中央，这样浇入金属液后，便会在佛像中间形成一个空槽——佛像空腹，用以填放圣物。填入圣物后，再用原来浇铸佛像的金属制成一个合适的顶盖盖上这个洞。有时也把底盖焊接在佛像上。二是把铸成的佛像取出后，用錾子把面部轮廓、眼睛、衣饰等略加修饰，并把整个铸像表面磨平擦光。

据许多藏文史籍记载，松赞干布时，奖赏有功各级臣官的奖牌都是用金属铸造而成，分别官阶高低，功劳大小，奖赏小公伦、中囊伦及大噶伦以大金牌，奖赏小囊伦和中噶伦以小金牌，奖赏三等伦布以银牌，奖赏四等伦布以铜牌，奖赏战功卓著的军官以铁牌。

另外在吐蕃与唐朝的频繁往来中，吐蕃向唐朝进贡的物品有相当部分都是金属制品。例如：贞观二十年即公元 646 年，“吐蕃遣其大臣禄东赞……作金鹅奉献，其鹅黄金铸成，高七尺，中可实酒三斛”；公元 657 年，“吐蕃赞普遣使献金城，城上有狮子、象、驼马、原羝等，并有人骑。并献金瓮、金颇罗等”；开元二十四年即公元 736 年正月，“吐蕃遣使贡献方物金、银器玩数百事，皆形制奇异”。[1] 松赞干布临终时，留给后代的遗训，也是写在铜版上的。

铜钟是我国古代乐器中的一种，在青铜文化发达的商代（公

---

① 《册府元龟》卷 970，《外臣部 · 朝贡三》。

元前16世纪～公元前11世纪），便出现了铜钟。从文献史料和实物看，西藏最古老的铜钟出现于吐蕃时期，数量很少，而保存至今的屈指可数。目前所知，吐蕃时期的铜钟只有桑耶寺3口，一大二小。大钟系青铜所制，工艺水平较高，有半圆形钮，钮下为覆莲纹，口呈钮齿形，钟体微有裂缝，口径0.69米，高1.2米，上体周长1.8米，下体周长2.1米，厚0.05米。在钟体顶端有古藏文两圈，阳文，与吐蕃时期其他文献字体相同。此钟为墀松德赞第三妃没卢氏、甲茂赞供养桑耶寺而献，监铸人为汉比丘大宋（汉僧大乘和尚摩诃衍）。大钟现悬挂于"乌孜"大殿东门门廊上。据《巴协》记载，桑耶寺建成后，还铸有8口小钟，现存的两口小钟即是其中之二。这两口小钟亦系青铜所铸，其形制与大钟基本相同，有半圆形钟钮，口呈锯齿形。其大小也完全一样，高35厘米，口径24厘米。钟体外表有3组由7个梵文和3个图形联合组成的图案，藏语读音为"朗穷旺单"，大意是"十相自在"，制造精致，风格古朴，现珍藏在桑耶寺库房内。

吐蕃时期铁铸工艺有了很大的发展。据《新唐书》载："其铠胄精良，衣之周身，窍两目，劲弓利刃不能甚伤。""虏以铁絙梁漾、濞二水，通西洱蛮，筑城戍之。九徵毁絙夷城，建铁柱于滇池以勒功。"[1] 说明那时已能制造质地良好的铠甲，建造腾空而起的铁桥，其工艺水平之高已是不言而喻的了。

至于金属铸造的佛像以及其他宗教活动器物，在布达拉宫、大昭寺、小昭寺、扎什伦布寺等寺庙内都有保存，不但数量多，而且造形生动，工艺精湛。

金属雕刻同样主要用于宗教活动，此外也用于俗家生活。金属雕刻物品主要有佛像、供神灯盏、供神水杯，其次是茶壶及男

---

① 《新唐书》卷216上，《吐蕃上》。

女适用的各种装饰品。

用于金属雕刻的金属材料包括黄铜、青铜、紫铜等，有时也用金银。制作大佛像用的金属一般都是打制成型的金属片。金属雕刻有好几道工序，每道工序都有与之相应的工艺，兹分述于后：

(1) 熔铸和锻打：

首先，将金属原料倒入叫做隆贡的容器(即坩埚)，加高温熔炼成金属液，并使其自然冷却凝固，成为金属铸块。其次，将金属铸块锻打成金属板。锻打时一要将毛坯铸件加热烧至开始变色，二要锻锤均匀使劲，处处俱到，以保证金属板面平整，不出现裂缝和翻卷。经过初次锻打的金属板才能作为制作佛像的材料，但在制作之前仍需用尖锤或方锤将金属板打得平滑光亮，使之质地细密。

大多数金属雕像至少都由前后两部分组成。中间焊接在一起，并将焊接茬口仔细地磨光打平，不使从外面看到焊接痕迹。打成佛像的程序是从上而下，先由有经验的师傅在金属板上标出明确的尺寸并锤打成雏形，之后再由助手或徒弟仔细锤打成型，最后由师傅全面整修、锤光。如果要打制的是大型佛像，则尺寸要先画在纸上，然后把纸粘在金属板上。

(2) 雕刻工艺：

金属雕刻关键的工艺是雕刻，藏语称作“擦德”。雕刻的第一道工序在金属预雕件上画好要雕刻的装饰图案。首先在金属预雕件(银或铜)表面涂一层叫纹石的黄色颜料，然后用炭棒或笔画出草图。假如金属预雕件是青铜或金，则不能用纹石。青铜或金雕件表面要涂白或黑的底色，这样，草图便清晰明白。另有一种简便方法，即先把金属预雕件用“电水”(类似硫酸的一种溶液)浸泡，然后进行刷洗，最后用炭棒或笔在刷洗净的预雕件表

面直接勾勒草图。

雕刻的第二道工序是把已经塑打成型的金属器部件(如果金属器较小,则是整件)粘接在藏语叫"白薪"的基座上。粘接剂藏语叫"拉白",其种类有二:一是以松树脂为主要原料,加上酥油或其他油脂制成的;一是以芸香为主要原料,加上芥末油制成的。此外,也可以把粘土研成细粉,过筛后掺上胶水作为"拉白"。

第三道工序是关键的一道工序,即实施雕刻,所用工具为各种型号的錾子和锤子。

藏族金属雕刻主要有3种类型:

第一种藏语叫"江木擦",可称作浅雕或浅镂。据有关藏文资料称,在(金属)平面用单垂錾笔绘般雕刻(犹言轻敲浅刻)谓之"江木擦"(浅雕)。花纹种类有树叶、火焰图、云纹、水纹、连环万字(卐)符、昆虫、花卉、草木等,可任意雕刻,在花纹间隙又雕刻以粗纹和鱼眼纹,使金属雕刻品精美、光滑,十分好看。

第二种藏语叫"布尔擦",可称作浮雕或阳纹錾光。据有关藏文资料称,用内雕外刻相结合的方法雕刻出凸起的花纹谓之"布尔擦"(浮雕)。具体地说,就是依照草图,在金属器的外面用錾子打出轮廓线。这样,很自然地在金属器里面形成相应的一道压痕线,然后用锤子沿压痕线限定的部位从里面向外敲打,使得这部分向外凸出起来,最后再在凸出的一面用锤子和錾子按照原来打成的轮廓线进行细部加工,结果就成为线条凸起的浮雕。用这种方法在锤打成型的佛像等的狮子宝座、莲座、靠背,佛塔的级层、鼓腹瓶、日月法轮,以及寺庙、佛堂等的屋脊宝瓶、屋顶金瓶、宫殿屋顶、祥麟法轮上雕刻花纹等。技术非常高明的工匠,可以在金、银等器物上指甲那么大的地方,雕刻满一套八吉祥徽、八吉祥物、国徽七宝、六种长寿、五妙欲图纹,雕刻的昆虫图纹不超过麦粒那么大。

第三种藏语叫做“锥擦”，可称作镂空雕刻。据有关藏文资料称，在浮雕的空隙，用同型小錾打眼穿孔，谓之“锥擦”（镂空雕刻）。此种方法盛行于小型银器，例如朵马顶饰、内供台盖、项链、腰盒、打火器（火镰等）等。

（3）镀金工艺：

镀金就是在成型的金属器物上镀上特制的金泥。镀金所用的金泥藏语叫“察塞”，可译作火镀金。其配制工艺是将黄金熔化后锻成极薄的金箔，再把金箔切割成细细的金丝，然后与水银混合倒入坩埚。金丝与水银的比例一般为1∶5，即一份金丝，5份水银。有时也在金丝水银的混合物中加进一些玻璃粉末。把坩埚放在火上加热，同时用非金属棒不停地在坩埚里搅动。当水银冒泡蒸发出现浓白烟雾时，金丝即已熔解。最后倒入适量的清水，使金丝与水银的混合物急剧冷却，成为一种白色泥状、均匀粘稠的半固体物——察塞（火镀金）。

镀金有几道工序、工艺要求也很高，尤其强调仔细、干净。镀之前先把要镀的金属器放进矾水里蒸煮，除去上面的烟尘、油脂等；之后用石粉、马粪、鬃刷依次擦拭，干刷，直至没有一点污垢；再放到醋里反复洗涤退掉锈垢，并用清水冲洗；接着将水银和马粪一起倒在皮张上，对金属器物的表面进行普遍而均匀地涂抹，使其洁白如银；最后再用藏酒和净水很好地清洗一次。至此便可以镀金了。镀金的过程是先用小勺一点一点地舀取涂料——察塞（火镀金），遍涂金属器物表面一切部位，用鬃刷反复推刷，不得留有一点空隙；接着放入火焰和无烟牛粪塘里煨、使其受热逐渐熔解粘遍金属器物，颜色由白变黄，至此镀金过程基本完成。镀后再经过淬火和刻画打磨，一件金光灿灿的镀金物就制出来了。 （张天锁）

第五节　建筑技术

很早以来，藏族人民就创造了许多建筑群，其种类有宫殿建筑、陵墓建筑、寺庙建筑、佛塔建筑、城市建筑、桥梁建筑等，其风格或质朴实用，或庄严神圣，或平实和谐，或雄伟壮丽，或幽深古雅，既突出了高原地区和藏民族建筑的特色，也吸收了其他地区和民族建筑的特点。它是藏族人民智慧的结晶，是祖国建筑艺术里的珍品。

（一）宫殿建筑：

宫殿建筑是西藏古建筑中最引人注目的一类建筑，其中雍布拉康是吐蕃最早的宫殿，布达拉宫是世界屋脊的明珠。

（1）雍布拉康。雍布拉康系藏语译音，意为"母子宫殿"。据《汉藏史集》载称："这是吐蕃最早的宫殿。"相传公元 2 世纪，吐蕃第一代赞普聂墀赞普所建（也有说是牧人们建造并献给聂墀赞普的），后来松赞干布进行了扩建。

雍布拉康位于西藏自治区山南行署所辖乃东县东南约 5 千米，雅隆河东岸，扎西次日山的山头上。此宫殿规模虽小，但耸峙山头，面西而立，居高临下，十分壮观。

雍布拉康包括碉楼式建筑、殿堂、僧房及附属建筑三部分。

碉楼式建筑，位于整个建筑东端正中，即传说中聂墀赞普所建的最早建筑。高 11 米，南北长 4.6 米，东西宽 3.5 米，上小下大。外观似为 5 层，内部实为 3 层。第一层为 1.2 米高、0.6 米宽的通道，通往一层殿宫的须弥座后；第二层有小门通第二层大殿顶部；第三层原有五世达赖时所加金顶。

殿堂，传为松赞干布所建。原有 3 层，现修复为两层。一层前半部为门厅，南北 6.3 米，东西 5.2 米，原为 4 根柱子，现修为两柱。再进为佛堂，南北 6.3 米、东西 9.3 米，8 根柱子。东半部

沿三面墙筑有平面呈"凹"形的须弥座。原有塑像，已毁坏净尽。大门外有带遮檐的小平台，接折阶十数级。2层法王殿，亦分前后两部分。原前半部有南北两间，北间为空房，南间为楼梯间。后半部大小同一层佛堂，殿后壁中置一多格佛橱，内有弥勒、宗喀巴、大佛母、莲花生、文殊等铜造像多尊。前面为护法神橱，再前面则是4个金刚菩萨像。右壁有一列经架，置有《甘珠尔》等经书，壁画中表现了拉托托日年赞时，从天上降下来经书、塔等佛物的故事题材。现经修复的2层有了较大改动，前面为三面环绕矮墙的平台，后半部为带天井的回廊。3层分为前后两部，前半部为平台、三面为矮墙，后半部为一带天井的小廊院，后廊有小门通入碉楼式建筑中。三层在"文革"中被毁，修复时未重建。

僧房及附属建筑。殿堂的南侧为僧房，一层门厅东角有一门，出门后折阶西下，通向僧房，其中紧靠殿堂的二层楼为历代达赖礼佛时所居的卧室，现已修复。

(2) 布达拉宫。始建于公元7世纪。公元633年，吐蕃迁都拉萨(史称逻些)后，松赞干布便与唐王朝缔结姻好。公元641年(唐贞观十五年)，文成公主嫁到吐蕃，松赞干布亲曰："乃为公主筑一城，以夸示后世，遂立宫室以居。"[1] 于是，臣民遵松赞干布之命修建了布达拉宫。汉籍中无详细记载。《王统世系明鉴》全面记载了修建布达拉宫的情况：在木阴羊年为城墙奠基动工，建成后城墙高为30版，高大而广阔，每一边约长一个"江扎"(即声音能传过的距离)，城的大门向南，内有红色宫室900间，连同顶上国王的寝宫共计一千间。一切宫室屋檐，装饰着珍宝，游廊台阁，都有铃铛摇曳发声，显得堂皇富丽。城市宫殿之美，和大自在

① 《新唐书》卷216上，《吐蕃上》。

天的胜妙宫殿相同，使人观赏无厌。各种珍宝装饰，并有各种锦缎缨络，美妙悦目。从威猛方面来说，和刹城楞伽布日相同，宫殿顶上遍插刀枪，竖着红旗10面，并以红缎相连。从坚固方面来说，若是有外敌犯境来攻，有5个人就可守护。另外南面的城墙处，掘有3.33米深的沟，上面铺着木板，木板上再铺着砖，有一匹马在上面驰驱，就会发出10匹马奔腾之声。又在城的南面仿照用砖修建的城堡的样式，修建了扎拉吉祥无量宫，作为赤尊公主的寝宫，共计9层，高大宏敞，美妙壮丽。国王与王妃的寝宫之间有铁桥相连，桥上悬挂绫幔、拂尘、铃铛，摇动时发出声音。国王与王妃从铁桥相互往来。这一无比稀有、壮丽绝伦的王宫、城堡落成的时候，国王与大臣们举行盛宴欢庆。

（二）陵墓建筑：

吐蕃时期的陵墓建筑，在许多藏文典籍中都有记载，并且从考古发掘得到了印证。

在这里，只就赞普陵墓建筑作一介绍，以见吐蕃时期陵墓建筑之一斑。

陵墓建筑始于止贡赞普与布代贡甲父子上丁二王。据《贤者喜宴》记载："此二丁之墓建于荒山及石崖之上。"《汉藏史集》则载称："茹拉杰答应了这些条件，领走了姑娘，赎回了父王（即止贡赞普——笔者）的尸体，在工布的塞莫普修建了一座王陵，但是父王的尸体没有在这里安葬。这是吐蕃最早修建的陵墓。"该书还载称："将止贡赞普的尸体运到石山上，在石山和土山连接处修建了止贡赞普和波德贡甲（布带贡甲）的陵墓。"

中累六王（又译作地列六王）的陵墓"建于石崖草坪交界处"，《贤者喜宴》、《汉藏史集》和《王统世系明鉴》皆如是说。

地德八王的陵墓，《贤者喜宴》、《汉藏史集》和《王统世系明鉴》都载称："建于河流之中央。"

下三赞王的陵墓，据《王统世系明鉴》记载："下三赞王之陵在雪山之巅，犹如云雾凝结，罩在雪山。"而《贤者喜宴》和《青史》等典籍则说，下五赞王（下三赞王及墀托赞、拉托托日年赞父子之合称——笔者）之陵墓建于青城（地名），以土为丘，状如帐篷。

墀年宋赞之陵墓，据《贤者喜宴》、《汉藏史集》等典籍记载："建于顿卡达"，没有装饰，状如土丘。

仲年代如的陵墓，据《王统世系明鉴》记载，他因得麻风病，遂与王妃活着进入坟墓，其陵墓"建在香达地方"，被人称为幽闭活人的圆形土堆。

达日年塞的陵墓，据《王统世系明鉴》载称："也在顿卡达地方……像个土丘形状。"

朗日伦赞的陵墓，据《汉藏史集》记载，"建在顿卡达地方，陵墓建有装饰和祭祀的建筑"；《贤者喜宴》还载称："建四方陵墓也始于此时。"

松赞干布的陵墓，据《汉藏史集》记载，建于琼结河谷。其墓之大小，长宽俱为一箭之地。据说墓中五座佛殿，因而被称为有内部装饰之墓，修建正方形的陵墓是由此开始的。

贡松贡赞的陵墓，《贤者喜宴》和《汉藏史集》的记载是一致的，都说建于顿卡达，在朗日伦赞陵墓的左方。

芒松芒赞的陵墓，《贤者喜宴》和《汉藏史集》均记载说建于松赞干布陵的左侧。

都松芒波杰的陵墓，据《贤者喜宴》和《汉藏史集》记载，在芒松芒赞陵墓之左，且有围墙围护，据说是由霍尔人修建的。此处所说的霍尔人是指于阗人、吐谷浑人。

墀德祖甸的陵墓，据《汉藏史集》和《王统世系明鉴》记载，建在穆若（热）山，位于都松芒波杰陵墓的左面。

墀松德赞的陵墓，是赞普生前授命建造的。据《王统世系明鉴》载称："他的陵墓建在木惹（穆若）山，位在其父陵墓右后侧。乃是此王生前自己建，起名叫做楚日祖朗陵。又因墓前立有一石碑，因而改名具有外饰陵。"

牟尼赞普的陵墓，《贤者喜宴》、《汉藏史集》和《王统世系明鉴》等典籍均记载说建在墀德祖甸陵墓的右前方。

墀德松赞的陵墓，建于芒松芒赞和都松芒波杰两位赞普陵墓之间。《贤者喜宴》载称："由于其母为（其陵）添了一撮土，因此，次日清晨隆了起来"；《汉藏史集》则载称："因母后洒泪痛哭，其墓隆起。"

墀祖德赞即热巴巾的陵墓，据《汉藏史集》记载："建顿喀（卡）达的左面，被称为赤丁芒日，墓脚下立有一通无字石碑。"

朗达玛的陵墓，据《汉藏史集》记载："建在都松莽布支（都松芒波杰）和赤（墀）德松赞的陵墓之间……陵墓没有建完，就被弃置。"

上述藏文典籍记载了吐蕃时期几十座赞普的陵墓建筑，而据1985年西藏自治区文管会文物普查队在琼结县的普查，仅见16座，其中初步能确定墓主的有松赞干布墓、芒松芒赞墓、都松芒波杰墓、墀德祖甸墓、墀松德赞墓、牟尼赞普墓、墀德松赞墓、墀祖德赞即热巴巾墓、朗达玛墓等9座。

吐蕃赞普的陵墓主要集中在西藏自治区山南行署所辖琼结县，位于县城河南，范围包括穆若山麓和东嘎沟口（即藏文典籍中所说的顿卡达）。墓地东西长约2 076米，南北宽约1 407米，面积约305万平方米。此墓群即通常所说的琼结藏王墓。

从文物普查所见和藏文典籍所载进行综合分析，可以得出以下几点看法：

第一，吐蕃虽倡兴土葬暨水葬，但以土葬居多，陵墓建筑始

时很早。

第二,陵寝由简到繁,形体多样。初为土丘状,后修成球体、方形、划格等各种形体。松赞干布的陵寝即划格形体。据墓志载：松赞干布陵位于钦普沟壑口,外形呈四方,内分九格,五室为佛殿,中央立一仞长的珊瑚为长明灯,四角殿前储珍宝。墓壁以方石砌成,其外筑厚土墙,墓门向西。墓外覆以褐土碎石,形成土丘。每边宽百余步,高6丈余。墓顶修有小庙。

第三,陵墓的封土形制一般可分两种,一种是方形平顶,另一种是梯形平顶,其中方形平顶居多。墓群中封土最大的是墀松德赞墓,方形平顶,边长180米;最小的有朗达玛墓,亦为方形平顶,边长30米。封土半数多高达10米以上。其结构大多数是以土、木、石夯筑而成,夯层一般厚0.07～0.28米,内有圆木坚固。松赞干布墓封土结构较为复杂,由土、木、草、扁石构成,高13.4米,建筑非常雄伟。

第四,墓葬非赞普独享,也兴于其他人中。汉籍中讲到了此种情形,而所葬无平民:“河之西南,地如砥,原野秀沃,夹河多柽柳。山多柏,坡皆丘墓,旁作屋,赪涂之,绘白虎,皆虏贵人战功者,生衣其皮,死以旌勇,徇死者瘗其旁。”① 说明昔日雅鲁藏布江流域多坟墓,除有诸赞普陵外,且有贵人及阵亡勇士墓。

吐蕃时期的陵墓建筑技艺已经达到相当高的水平,足可见藏族人民的智慧聪颖。

(三) 寺庙建筑:

藏族笃信佛教,藏区盛兴寺庙。以西藏为例,寺庙数量之多,令人吃惊。据有关资料说,在历史上最繁盛时,就有2 700多座。寺庙建筑独具风格,堪称世间一绝。

① 《新唐书》卷216下,《吐蕃下》。

佛教自拉托托日年赞时传入西藏，寺庙从松赞干布时兴建，吐蕃时期最早和最著名的寺庙是大昭寺、小昭寺和桑耶寺。

(1) 大昭寺和小昭寺：大昭寺和小昭寺是吐蕃王朝第一代赞普松赞干布的两位尊姆（藏语译音，意为妃子）建造的，《汉藏史集》载称："为了雪域吐蕃产生所有善业，消除所有罪过……尊贵的王妃们各建一寺，尼泊尔妃赤尊兴建了拉萨大昭寺，汉妃公主兴建了小昭寺。"

大昭寺位于拉萨古城中心，座东朝西。始建于公元647年，当时的规模不大；后经元、明、清历代多次修葺和扩建，逐步形成了现存建筑面积达25 100平方米的建筑群。它基本由门廊、庭院、神殿及分布在四周的僧舍、库房等部分组成。其中神殿是主体建筑，位置偏后；释迦牟尼佛殿是核心建筑，位置在神殿最后的正中；神殿前是绕以回廊的宽敞庭院；出庭院是为门廊。

神殿为一密闭院落，平面基本呈方形坛城状，其南北长82.5米，东西连同中部凸出部分长97米多。早期的建筑结构采用了梁架、斗拱和藻井等法式，有着内地风格的影响，尤其是人字大叉梁的结构，显属唐代的建筑手法。这些风格融会在这种藏式风格的建筑中，又很自然地成为一种相映成趣的巧妙结合，并赋予很浓厚的地方特点。

释迦牟尼佛殿建筑得既高且大，位置也打破神殿的正方格局，突破神殿底线，向后凸出2.5米，从而使神殿主供释迦牟尼佛尊的地位大大加强。

神殿的中心是空间高敞的天井，围绕天井四周是几十个内向辟门的佛殿。吐蕃时期的佛殿除释迦牟尼佛殿较高大外，其余皆低矮狭窄，一般范围多为5×5平方米。

周围佛殿前则是一周较低矮的廊房。廊房粗大的柱体和梁椽望板与其四面收分显著，厚重坚实的墙体、低矮古朴的殿门一

起构成一组和谐的建筑布局，呈现古老浑厚的格调。廊房柱子皆作金刚橛形，柱身下面呈方形，上面八角形，中部有束腰彩画，柱头刻莲瓣方斗，托木轮廓简洁粗大，上面往往浮雕有与敦煌风格相似的飞天形象和繁复绚丽的花纹。大殿周围的邻殿间、殿门、梁架、额方上都雕有多种生动图案，在初檐和平檐间有半圆雕人面狮身伏兽作承檐，雕梁画栋，琳琅满目。可能是受尼泊尔风格的影响。

门廊的布局富于变化，其平面呈凹字形状，门廊的两边向前大幅度突出，中间留出了较大空间，形成了一畅出前院，从视觉上增加了门部的纵深，使大昭寺的外观更趋庄严。门廊廊房高大，共有两排 8 柱，右侧置高一层楼，包以鎏金铜皮的玛尼轮，背壁绘巨幅四大天王壁画。廊房前檐则是以牛毛织造或棉布做成的幔帐，房顶有厚 3～4 米，呈现绒绒褐色的贝玛草上面置以金光闪闪的法轮、卧鹿和巨大的法幢。整个门廊以其强烈的艺术效果使人未登宝殿而先沉入肃穆的宗教气氛之中。

穿过门楼，便是宽 32 米、深 39.3 米的露天庭院。庭院四周则是一圈回廊，宽 10.6 米，高 6.7～7 米左右，东部则显著升高，意在强调这里是院落的主要方向，院落回廊木柱林立，柱式截面方形，边长 0.3 米，柱体收分显著，下有方形柱面。梁、柱、椽、天花板上，布满了以红色为基调的彩绘，在红色底调上面，较多地使用了蓝、绿和金色，对比十分强烈。花纹图案除了卷草、叶饰以外，还广泛采用梵文和佛像作为装饰的主题。

金顶的布局上显然也在凸现释迦牟尼佛殿。释迦牟尼佛殿上的金顶不但建造得最大，而且其屋脊上的饰件和斗拱也有别于其他金顶。从这种平面布局和金顶的歇山、斗拱等做法可以看出汉式建筑的明显特征，但在一些细部的处理上又采用了许多佛教所特有的主题，两者结合得如此和谐，形成了西藏地区古代

佛教建筑的特有形式。

在工程技术上，大昭寺为石木结构。木柱、梁架用卯榫结合，这是中国建筑的一个特点。史料曾有五色砖砌筑墙身和琉璃瓦飞檐的记载，说明烧制砖瓦技术的进步。鎏金技术应用于藏族建筑已有很久的历史，金顶、法轮、卧鹿、金幡等工艺水平的高超，反映出当时鎏金技术的成熟。

大昭寺虽然融合了汉地先进的建筑技术和经验，并在一定程度上受到尼泊尔、印度建筑风格的影响，但仍然富有浓厚的民族特色，它是西藏传统建筑的延续和发展。

小昭寺位于拉萨古城之北（八角街北约 500 米处），坐西朝东，距离大昭寺约 1 千米。始建时间和竣工时间与大昭寺同。据《王统世系明鉴》记载："与此同时，汉妃公主也从汉地召来许多木匠、塑匠，建成嘉达绕木切神殿（即小昭寺）。"该书又载称："彩绘惹萨幻显神殿（大昭寺）与嘉达绕木切神殿（小昭寺）的一切绘画图案，历时十二月同时完成。"

小昭寺原占地面积 4 000 平方米，现存大殿面积 2 100 平方米。底层由经堂、佛殿两部分组成，呈前堂后殿之形式布置。经堂东西长 21.4 米，8 间；南北宽 17.6 米，5 间。佛殿呈长方形，宽 4.4 米，长 5.1 米，外部环以转经甬道，大殿周围还环以转经廊。殿堂竖向 3 层，第三层设有金殿一座，翘角飞檐，十分壮丽。整个建筑体现了藏、汉风格的巧妙结合。

(2) 桑耶寺，桑耶寺始建于公元 8 世纪中叶墀松德赞时期，位于雅鲁藏布江北岸的哈布山下（地处今西藏自治区山南行署扎囊县境内），总面积约 25 000 平方米，是一座规模宏大而又完整的建筑群。

整个寺院的布局，是按佛教想象中的"世界"的结构设计而成。位于全寺中心的"乌孜"大殿，象征宇宙中心的须弥山；"乌

孜"大殿四方各建一殿,象征东胜神洲、南瞻部洲、西牛货洲、北俱卢洲等四大部洲;四方各殿的附近,各有两座小殿,象征提诃洲、毗提诃洲、遮末罗洲、筏逻遮末洲、舍摭洲、盟怛罗漫怛里拿洲、矩拉婆洲、憍拉婆洲等八小洲;主殿两旁又建两座小殿,象征日、月;主殿四角又建红、绿、黑、白四塔,以镇服一切凶神恶煞,防止天灾人祸发生;而且在塔周围遍建金刚杵,形成 108 座小塔,每杵下置一舍利,象征佛法坚不可摧。此外还有一些其他建筑,为护法神殿、僧舍、经堂、仓库等。全部建筑又围上一道椭圆形围墙,象征铁围山,四面各开大门一座,东大门为主门。

"乌孜"大殿是桑耶寺的中心主殿,建筑面积达 6 千多平方米,坐西朝东,高达 3 层。据《王统世系明鉴》等文献记载,"乌孜"大殿的建筑式样别致,风格独特,底层采用藏族建筑形式,中层采用汉族建筑形式,上层采用印度建筑形式,是藏、汉、印式建筑风格相结合的产物。这种藏、汉、印合璧的建筑格调,在建筑史上是非常罕见的,所以有人据此称桑耶寺为"三样寺"。

象征四大部洲的神殿是江白林、阿雅巴律林、强巴林和桑结林;象征八小洲的神殿是参康林、参玛林、顿穷拉巴林、达角仓玛林、甲珠甲卡林、隆丹白萨林、桑丹林、那措扎扎林和白哈贡则林;还有象征日、月的两座神殿。关于这些神殿的建造情况,《巴协》、《贤者喜宴》都有详细描述。

桑耶寺是藏族文物古迹中历史最悠久的著名寺院,是吐蕃时期最雄伟、最壮丽的建筑。正如《贤者喜宴》所说的,"此寺系一难以想象之建筑,此世间无以伦比之寺院。" (张天锁)

第 二 编

五代到元末

第一章　契丹族和女真族的科技

契丹族和女真族是两个起源于东北地区的少数民族。契丹这一族称见于史籍是在公元4世纪，这个民族应属于鲜卑系[①]，是由鲜卑的一支发展起来的。在唐代后期，契丹日渐强大，到了公元907年，耶律阿保机成了契丹的首领。916年，他建立契丹国，定都临潢（今内蒙古巴林右旗南波罗城），后又迁都燕京（今北京市西南隅），改国号为辽（938～1125年），又称契丹。辽政权在当时是北方的统治者，它消灭了渤海国，又协助石敬瑭灭了后唐，建立后晋，最后再灭后晋。北宋时，辽强迫宋朝年输"银二十万两、绢三十万匹"，对北宋政权威胁很大。1125年，辽被金所灭。

金国是女真族建立的。女真族形成于辽末。辽代女真是包括多个民族共同体的民族群。[②]完颜部属于生女真，是女真中最大的一支，该部自公元11世纪时强盛起来，并不断扩展势力，统一邻近部落。到1113年，完颜阿骨打继任首领，1115年建金政权，1125年灭辽，尽得辽故地。1126年又破北宋汴京，掳走徽宗和钦宗，使北宋灭亡，并与南宋形成对峙局面。1234年，金被蒙古军所灭。金政权前后存在了120年。

从公元10世纪到13世纪的20年代，契丹和女真族先后统治中国北方达300年。这期间，他们的文化和科技受到了汉族很大的影响，进步十分迅速。这两个民族，都创造了自己的文字，丰富了我国的文化宝库。他们在科技方面也有自己突出的贡献。

---

① 孙进己：《东北民族源流》第三章第一节，黑龙江人民出版社，1987。

② 孙进己等：《女真史》，吉林文史出版社，1987。

第一节 数学与天文学

契丹和女真立国的时间,正是他们的强盛时期。宋代的科学技术发展十分迅速,举世瞩目。契丹与女真的科技受到相邻各族的影响,与汉、朝鲜、党项等族的交流尤其频繁。在辽、金的辖区内,汉族和其他民族的居民很多,他们与契丹、女真共同为辽、金科技的进步和发展作出了贡献。

刻契记数是契丹、女真早期的记数形式。约在唐代中期,契丹族"传至雅里,始立制度,置官属,刻木为契,穴地为牢"。[①] 耶律雅里是建辽的阿保机的六世祖[②],他"刻木为契,政令大行"。[③] 女真人也"别无文字,刻木为契,谓之'刻字'"。[④] 到辽末,女真人尚是如此。完颜阿骨打的叔父颇刺淑在与辽统治者打交道时,"乃以草木瓦石为筹,枚数其事而陈之"。[⑤]

契丹和女真在建立政权之后,有一些人很快便学习掌握了汉族的先进科技,其中也有懂数学的人。辽初的耶律屋质(917~973年)就是一位精通数学的人。他在调解世宗耶律兀欲与皇太后的矛盾时,初"借谒者筹执之",后因双方争执不下便"掷筹而退",终使太后"索筹一",世宗"亦取筹而执",双方和解。[⑥] 这里所说的"筹"即指算筹,为中国传统的计算工具。耶律屋质"博学,知天文",且"善筹",对数学十分精通,是位契丹数学家。[⑦] 据《金史》载,女真族仆散忠义也对数学十分留心,他"公余学女真字,

① 《辽史》卷2,《太祖下》。
②③ 《辽史》卷34,《兵卫志上》。
④ 《三朝北盟会编》卷3。
⑤ 《金史》卷1,《肃宗》。
⑥ 《辽史》卷77,《耶律屋质传》。
⑦ 李迪:《契丹族的科学技术成就》,《中国科学技术史论文集》第一集,204~218页,内蒙古教育出版社,1991。

及古算法，阅月，尽能通之”。[1] 仆散忠义当时为博州防御使，利用公事之余学习女真文及数学。说他在一两月内能学通女真文和数学，显然是太夸张了，但他留心数学，并对数学有一定的掌握，则是可信的。

契丹等北方民族经常使用算筹，并在衣服上附有算袋，专门盛放算筹，以便随时使用。这种习惯始自北齐，契丹族继承了这一传统。[2] 辽代仪卫制度分“国服”和“汉服”两种。国服即契丹族的本民族服饰和仪仗，会同（938～947年）以后，两种服饰逐渐混用。辽朝规定：五品以上汉服文官，“佩手巾、算袋、刀子、砺石、金鱼袋”。[3] 佩算袋已成了国家制度，可见统治者对数学是比较注意的。金代河北、山西一带数学十分发达，中国数学史上著名的天元术就产生于这个地域内，这对于女真族和其他少数民族的数学必然会产生了一定的影响。契丹族在中外文化交流方面也做出了很大贡献，以至于西人称中国为契丹。就数学来说，“盈不足”术在西方称为契丹算法，这无疑与契丹族有一定关系。

契丹族和女真族早期对天文历法也有一定的认识，形成了一定的天象观，掌握了一些天文历法知识。契丹族是个擅长天文历法的民族，有不少人会观察天象，懂得术数。他们“不禁天文、术数之学，往往皆精”。[4] 女真族初兴时对历法的认识较为贫乏，仅以草木荣枯记年，“其人不知纪年，问之则曰，吾见青草几度，以草一青为一岁”。[5] 在金太祖完颜阿骨打的曾祖父完颜石鲁时

---

① 《金史》卷87，《仆散忠义传》。
② 《辽史》卷56，《仪卫志二》。
③ 李迪：《契丹族的科学技术成就》。
④ 《辽史拾遗》卷15。
⑤ 《三朝北盟会编》卷3。

(约11世纪前期),女真"尚未有文字,无官府,不知岁月晦朔,是以年寿修短莫得而考焉"。[1] 直到阿骨打起兵攻辽之初,"天文之官亦未备"。[2] 此时的女真人对天象只有一定的认识。

与其他一些民族一样,契丹族和女真族也有尊天敬日的观念,这在一定程度上反映了他们的天象思想和他们认识天象的实践活动。尽管这些活动的直接目的不是要认识掌握天象规律,但它在客观上促进了对天象和其他自然现象的认识。关于契丹族和女真族拜天祭日的记载很多。契丹族在兴兵征伐、平定叛乱、登山游猎、获得"吉物"等许多情况下都举行祭祀天地的活动。[3] 拜日、月活动也是契丹族的习俗,例如,穆宗应历二年(952年)十一月,"己卯,日南至,始用旧制行拜日礼"。[4] 辽代在冬至日把祭天地、拜日等规定为朝廷的吉仪,有详细的仪式规则。[5]

女真族在一定程度上继承了契丹的习俗,也祷天拜日。"金因辽旧俗,以重五、中元、重九日行拜天之礼。"[6] "其序节,元旦则拜日相庆,重午则射柳祭天。"[7] 金代也把拜日祭天地列为国家大典。女真统治者的仪仗队中有日旗、月旗、日月合璧旗、五星联珠旗、十二辰旗等各种以天象命名的旗帜[8],他们早期的官名也以九曜二十八宿为号[9],这些都有敬天的意思。

如果说祭天敬日是出于对天、地的信仰和崇拜,其天文学意义不甚明朗,那么利用天象和各种自然现象的异常变化来预

---

① 《金史》卷1,《世祖》。
② 《大金国志》卷33。
③ 张国庆:《辽代契丹贵族的天灵信仰与祭天习俗》,载《北方文物》,1988(4)。
④ 《辽史》卷6,《穆宗上》。
⑤ 《辽史》卷49,《礼志一》。
⑥ 《金史》卷35,《礼志八》。
⑦⑨ 《三朝北盟会编》卷3。
⑧ 《金史》卷42,《仪卫志下》。

吉未来、占卜吉凶，则是和天象观察及对其他自然现象的监测紧密联系在一起的。历史上星占在我国许多民族中都存在，契丹与女真也十分尊崇它。他们都相信天象和自然的奇异变化是神灵的启示或警告，体现某种凶兆或吉徵。契丹、女真都利用天象变化来卜测军事胜负，附会各种灾变和吉庆现象。这种观念和思想一直支配着辽、金贵族统治者的各种活动。女真族的一些统治者（如完颜阿骨打）自己能够利用巫术来确立卜测"凶""吉""徵兆"。

为了进行各种预卜和附会，人们需要对天象和其他自然现象作观察，这是基本的素材。人们常常把几个月前甚至一两年前的自然现象和近来发生的事情联系起来。契丹族和女真族的史官们记录了大量的"吉兆凶信"，例如，天显元年（926 年）七月甲戌辽太祖在扶余城生病，当日晚有"大星陨于幄前"，七日后又有其他凶信，太祖死。[1] 在女真灭辽前后也有不少"凶兆"："初，女真入攻前后多见天象，或白气经天，或白虹贯日，或天狗夜坠，或彗扫西南，赤气满空，辽兵辄败。"[2] 在《金史》中也有大量有关的记录。总之，契丹族和女真族都对天象变化十分关注，长期观察。

在历法方面，契丹与女真均受到汉族较大的影响。辽、金均有历法，但都是汉族天文学家制定的。辽初没有独立的历法，至大同元年（947 年）契丹灭后晋，"太宗皇帝自晋汴京收百司、僚属、伎术、历象，迁于中京，辽始有历。"从 947 年到 994 年，辽所用历法为后晋马重绩的《调元历》（939 年编），994 年改用贾俊所进《大明历》。[3]金代在 1127 年始有杨级造历，1137 年颁行，仍名

① 《辽史》卷 2，《太祖下》。
② 《契丹国志》卷 10。
③ 《辽史》卷 42，《历志上》。

《大明历》,1181 年又改用赵知微的《重修大明历》,此历一直用到元代颁行《授时历》为止。[①]

辽金的天文仪器也来自中原。辽于 947 年从汴京获得刻漏和浑象,但已久损不可用。[②] 女真族攻下北宋的汴京后,获得了北宋的大批天文仪器,搬迁到燕京,置浑仪于燕京太史局候台上。由于南北纬度的不同,使用时需做适当的调整。金代也制造过一些仪器,如莲花漏和星丸漏等。[③] 又金章宗承安四年(1199年),"奉职丑和尚进浮漏、水称、影仪、简仪图,命有司依式造之"。[④] 这里的丑和尚是何族人尚不知道,他绘制了天文仪器图,并被采纳。简仪这个名称,首次见于史载。

辽、金都仿唐、宋建立了国家天文历法机构。辽的司天监内"有太史令,有司历、灵台郎、挈壶正、五官正、丞、主薄、五官灵台郎、(五官)保章正、(五官)司历、(五官)监候、(五官)挈壶正、(五官)司辰、刻漏博士、典钟、典鼓"。[⑤] 金代继承了辽的制度,灭辽后,"始得辽之太史如忒、孛萌、未极母三数人,皆明天文,占验数中,始有挈壶供奉等官"。[⑥] 这里提到的如忒、孛萌和未极母等人显然是契丹族的天文学家,他们不仅在辽代从事天文历法工作,而且为金代天文机构的建立做出了贡献。金代在秘书省下设司天台,有提点、监、少监、判官、教授、司天管勾、长行人等职,并设有天文科、算历科、三式科、测验科、漏刻科等研究和日常工作机构。[⑦] 司天台也负责天文教育工作,有学生 76 人,其中女真族学

① 《金史》卷 21,《历志上》。
② 《辽史》卷 44,《历志下》。
③ 《金史》卷 22,《历志下》。
④ 《金史》卷 11,《章宗三》。
⑤ 《辽史》卷 47,《百官志二》。
⑥ 《大金国志》卷 33,《天文》。
⑦ 《金史》卷 56,《百官志》。

生26人，汉族50人。学生来源有二，即"听官民家年十五以上、三十以下试补。又三年一次，选草泽人试补。"考试课程包括天文历法、占卜、风水、地理等内容。[①] 金代天文教育已常规化，并且重视对女真族学生的培养。

总之，契丹和女真的天文历法受汉族很大影响，其历书、天文仪器、天文历法机构等都与中原有一定的关系。他们各自在建国后较短的时间内吸收了大量先进的天文历法知识，充实了自己。除了中国的天文知识外，他们还吸收了一些由外国传入的天文知识。河北宣化辽墓中的壁画星图即是一例。

1975年春天清理完毕的一座辽代末期墓葬的后室穹窿顶部正中央绘有一幅重要的彩色星图。[②] 星图画在直径2.17米的范围内，距地表高4.40米。这幅星图由红、白、黑、黄等颜色画成，结构分为四层。其中第二、三、四层绘有星和星座。第二层为九个零散分布的点子和北斗星座，第三层为二十八宿星座，用细线按中国传统方式连缀，第四层(最外层)绘有代表黄道十二宫的图形。黄道十二宫起源于巴比伦，流传于西方及中亚，至晚在隋代传入我国，新疆吐鲁番曾出土了唐代的黄道十二宫图形。[③] 但是星图出现在我国则以辽墓所存为最早。[④] 宣化辽墓星图反映的内容应是当时北方各民族所共有的天文学知识，无疑也是占统治地位的主体民族——契丹族的天文知识的一种表现。[⑤]

契丹灭晋后，从汴京网罗了一些懂得天文、术数、卜筮的人，

---

① 《金史》卷51，《选举志》，卷56，《百官志》。

② 河北省文物管理处等：《辽代彩绘星图是我国天文学史上的重大发现》，载《文物》，1975(8)，40～43页。

③ 夏鼐：《从宣化辽墓的星图论二十八宿和十二宫》，载《考古学报》，1976(2)。

④ 中国天文学史整理小组：《中国天文学史》，64页，科学出版社，1981。

⑤ 李迪：《契丹族的科学技术成就》，《中国科学技术史论文集》第一集，204～218页，内蒙古教育出版社，1991。

如王白、魏璘等。在契丹、女真族中也出现了通天文的人和天文学家，如前面提到的契丹族人耶律屋质和如忒、李萌、未极母等都精天文，懂占验。还有辽代战将萧挞凛（? ～1002 年）也"有才略，通天文"。[1] 金代的如马贵中，曾担任司天提点、司天监等司天台的官职。金代的耶律履和金元之际的耶律楚材父子都是著名的契丹族天文学家。

耶律履（1131～1191 年，《金史》作移剌履），字履道，辽皇室之后，七世祖为辽东丹王突欲。他以"博学多艺，善属文"，为金世宗和章宗所重视，官至尚书右丞。[2]《大明历》当时屡有不验，因此耶律履编制了《乙未历》进呈朝廷，但未获采用。《乙未历》历本早已失传，其内容已无可考。

耶律楚材（1190～1244 年），字晋卿，耶律履之子，是 13 世纪著名的政治家和科学家。他幼年丧父，在母亲的教育和培养下成为一名学识渊博的学者。他在科学上很有成就，"博极群书，旁通天文、地理、律历、术数及释老、医卜之论，下笔为文，若宿搆者"。[3]1218 年，他随成吉思汗西征，在中亚地区停留了 6～7 年，和那里的天文学家一起讨论学术，互相交流，学习了阿拉伯系统的天文历法，终使自己精通中外科学。他"于星历、筮卜、杂算、内算、音律、儒释、异国之书，无不通晓。尝言西域历（回回历）五星密于中国，乃作'麻答巴'，盖回鹘历名也。"[4] 他编撰的《麻答巴历》已经失传，但其另一部《庚午元历》却一直流传至今。

《庚午元历》是在《重修大明历》的基础上参照中外天文学成果修订而成，历成于 1220 年。该历包括步气朔、步卦候、

① 《辽史》卷 85，《萧挞凛传》。
② 《金史》卷 95，《移剌履传》。
③ 《元史》卷 146，《耶律楚材传》。
④ 《辍耕录》卷 9。

步晷漏、步日躔、步月离、步交会和步五星等部分，其中在一些具体数据比《重修大明历》有所改进，而“里差”概念的提出则是一项创造。他“以西域、中原地理殊远，创为里差，以增损之，虽东西万里，不复差忒”。[1] 耶律楚材编制《庚午元历》时正在中亚寻斯干城（今乌兹别克斯坦共和国的撒马尔罕），以那里为基准进行计算，“里差”之设的目的是加上经度修正后可使此历适用于中原及其他地域。“里差”的概念实际上就是朴素的“地理经度”概念。

耶律楚材的著作还有《湛然居士集》、《西游录》等传世。他在地理学方面也颇多贡献。　　　　（郭世荣）

第二节　工 程 技 术

契丹族和女真族在建筑工程、矿冶技术、兵器制造、桥梁建设以及陶瓷等多方面的成就都很突出。辽、金时期的不少古建筑至今尚存，当时的多处矿冶遗址被发现，火药已用于军事和采矿，在印刷术中采用了一些新工艺，瓷器颇有特色，所有这些都在一定程度上反映了契丹和女真族在科技上的成就，同时也说明了在中原文化影响下，这两个民族的飞速进步。

铁器的使用，是一个民族进步的标志之一。契丹族和女真族在各自建立国家政权以前都有较长的使用铁器的历史，但他们早期所用的铁主要靠外部输入。契丹人的冶铁活动大约开始于唐末，史称耶律阿保机的父亲“始置铁冶，教民鼓铸”。[2] 这说明当时已开始采矿冶铁，并在各部族中进行推广和普及。辽建国前，契丹族对矿冶已相当重视，当时有较多的矿业门类，宾铁冶

---

[1] 《元史》卷52，《志第四·历一》。
[2] 《辽史》卷2，《太祖下》。

炼技术上有所专长。他们把宾铁作为礼品赠送外部，如给宋朝，因而有“辽以宾铁为号，取其坚也”[1]的传说。契丹族建立辽政权前后，不少部族融入了这个强盛的民族之中，成为契丹族的组成部分，其中有些部族擅长矿冶和金属制造，他们对契丹族的矿业和冶金技术的提高和发展有较大的推动作用。在建辽和统一北方的战争中，契丹族开辟和发展了一些冶金基地，为辽代冶炼的发展打下了基础。室韦之地有丰富的金属矿物资源，产铜、铁、金、银等矿物，且“其人善作铜铁器”。[2] 契丹族征服南室韦之后，利用当地的资源和技术条件开辟了辽的第一个坑冶基地。渤海的铁业在唐代就相当发达，后来成了辽的重要铁业基地。“辽太祖，伐渤海，迁其民，建县居之，户四千，内一千户纳铁”。[3] 又，“平渤海，得广州，本渤海铁利府……地亦多铁。东平县本汉襄平县故地，产铁地，置采炼者三百户，随赋供纳”。[4]辽初还在其他地区建立了一些坑冶，如“太祖征幽、蓟，师还，次山麓，得银、铁矿，命置冶”。[5]这样，辽在较短的时间内便形成了一些重要的铁业基地，同时，为了能够更好地管理控制铁业生产，辽还在坑冶较为集中的东北地区建立了专门的管理机构，在东京置户部司，长春州置钱帛司。[6]在北方现存的一些铁钟上铸有契丹文，这是契丹铸造的史料。辽代铁业的兴旺是北方多个民族共同发展起来的，其中契丹族的作用是相当大的。

辽代的银冶相当发达，当时的银制品的品种颇多，且是辽的重要输出品之一。早在辽太祖时，就有了专门的银冶基地，目前所知“陷河银冶”是辽初设置的重要银产区。陷河即今河北平泉、宽城县境内的瀑河，全长100余千米，汇入滦河。陷河银冶指的

① 《金史》卷2，《太祖》。
② ④ ⑤ ⑥ 《辽史》卷60，《食货志下》。
③ 《辽志》。

是陷河两岸的多处银矿，包括相当大的区域。据实地调查发现，在陷河沿岸至少有 4 处大型银矿，每处都有若干矿洞，少则几个，多则几十个，上百个。其中在一座“窟窿山”上有银矿洞 40～50 个，最深的矿洞达 200 多米。① 这些矿洞都是当年采矿的遗迹，从这些遗迹可以看出银冶的情况。由当地遗留下来的炼渣可知，陷河银冶是就地采矿就地冶炼的。辽代开始采矿的陷河银冶对后世的矿业发展产生了很大的影响，金、元、明各代都在开发利用这些银冶。

辽代中期，金银矿业有了进一步的发展，“圣宗太平间（1021～1031 年），于黄河北阴山及辽河之源，各得金、银矿，兴冶采炼”②，并在当地设立了管理机构。另外，考古资料表明，辽代首先开发鞍山铁矿，在鞍山的首山附近发现了辽代的矿坑，有的深达 18 米。③

辽时女真人基本上还处在部落联盟时期，女真各部的冶炼技术很不平衡。“曷术部”可能是女真中最早从事铁冶的部落，该部约在 10 世纪时就在辽政府的统辖下从事铁冶生产。有一种说法认为“曷术”这个部落名称本身就与铁有关系。“曷术，铁也，以冶于海滨柳湿河、三黜古斯、手山。圣宗以户口蕃置部，属东京都部署司”。④ 曷术部的铁冶规模已不小，有柳湿河、三黜古斯和手山三个基地。其中手山即今鞍山附近的首山。曷术部可能是鞍山铁矿的早期开采者。完颜部女真约在 10 世纪末期开始自己制造铁器，史称完颜部献祖绥可“教人烧炼铁”。⑤ 到了辽末，女真

---

① 平原县文物管理所：《陷河银冶考略》，载《辽金契丹女真史研究》，1989(1)。
② 《辽史》卷 60，《食货志下》。
③ 杨宽：《中国古代冶金技术史》，213 页，上海人民出版社，1982。
④ 《辽史》卷 33，《营卫志下》。
⑤ 《三朝北盟会编》卷 18，引《神麓记》。

人中已有了专门的铁匠，加工铁器，主要是兵器。例如温都部人乌春及加古部人乌不屯都是专门的铁匠，他们以锻铁为业，并能用铁器武装自己的部族。[①] 在他们的部落中一定还有其他一些擅长锻铁的铁工。总之，女真人在辽代已有了一定的锻铁技术，会制造金属工具和铁兵器，有的部落还掌握了某些冶炼和采矿技术。

随着金政权的建立，女真族的铁冶技术受到其他民族的很大影响，他们以统治者的地位继承了辽的所有铁矿和铁冶基地，并始广泛地使用铁器。考古工作者探明，在金初的上京会宁府的城墙中有一定数量的铁渣子，城墙附近还有冶铁炉，在东北各地先后发现了与金代女真族有关的铁器几千件之多，其中以肇东八里城出土的铁器最为著名。[②] 1958 年在肇东县的古城八里城出土了铁器 700 余件，包括农具、手工工具、马具、交通工具、兵器、刑具、生活用具及其他用具。这些铁器可能是金代屯兵活动的遗存，与女真族的联系极为密切。

黑龙江阿城五道岭地区冶铁遗址被认为是女真族的遗存[③]，这是一处规模宏大的采矿、选矿和冶铁场所。在五道岭地区，先后发现了 10 余处古代铁矿洞，有的深达 40 米左右。矿洞是从山上往下旋转开凿的，呈阶梯式，并有选矿和采矿等不同的作业区。在这一地区还发现冶铁遗址 50 多处，多数遗址中有炼铁炉、铁矿渣、炼渣、木炭、铁块、铁矿石等炼铁遗物。其中炼铁炉的炉壁厚为 1 米，炉膛高 1.6 米。五道岭冶铁遗址分布在阿什河中游及其支流附近地区，正在完颜女真部早期的活动区域内，距

---

① 《金史》卷 67，《乌春传》。

② 肇东县博物馆：《黑龙江肇东八里城清理简报》，载《考古》，1960(2)。

③ 王永祥：《阿城五道岭地区古代冶铁遗址的初步研究》，载《黑龙江日报》，1962(11)。

上京会宁府很近。关于这个遗址的采矿、冶炼开始于何时，人们的意见尚不完全一致，但它是女真族的铁冶基地则是无疑的。

女真族在金代已经把冶炼和铸造加工分开了，采矿和选矿也有了分工，冶炼技术有了很大的提高。女真族冶铁技术的迅速提高与外来作用的影响有直接的关系。金初曾掳掠宋、辽的大批技工，迁往女真"实内地"，他们对女真族有很大的影响。

契丹族和女真族在建筑上的成就也很突出。

契丹族早期一直过着"转徙随时，车马为家"的生活，他们居无定所，以毡帐为室。"穹庐"是契丹人最初的建筑物，主要用毛毡、皮张、毛绳等材料做成。到了唐末，耶律阿保机的父辈们才"始兴板筑，置城邑"[1]，开始有了定居点和房屋等建筑。完颜女真出自黑水流域，其先民习惯于半穴居，到献祖绥可时"始筑室，有栋宇之制"，并且很快就成为女真族中擅造房屋的部族，因而"人呼其地为'纳葛里'。纳葛里者，汉语居室也"。[2] 完颜女真部的建屋技术很快便得到普及，达到了"其舍屋车帐往往自能为之"[3]的程度。女真人的房屋主要用木料建成，筑有土火炕，但较低矮。《三朝北盟会编》卷三中对女真人的住房有较详细的介绍："其俗依山谷而居，联木为栅。屋高数尺，无瓦，覆以木板或桦皮，或以草绸缪之。墙垣篱壁，率皆以木。门皆东向，环屋为土床，炽火其下，与寝食起居其上，谓之炕，以取其暖。"

契丹族在建立辽政权以后，建筑技术和建筑艺术进入了一个新的时期，女真族则在金代有了很大的发展。他们学习、模仿汉族的建筑技术，使用汉族工匠，仿建中原宫室，修筑道路、桥梁、寺庙等，有力地推动了本民族的建筑水平的提高。契丹统治

---

[1] 《辽史》卷2，《太祖下》。
[2] 《金史》卷1，《世纪》。
[3] 《大金国志》卷39，《初兴风土》。

者的建筑主要受到唐的影响,而金代则有辽、宋的风格。

辽金统治者都对京城和宫殿建筑比较重视。辽代共有5座京城,金承辽制,也设五京。辽五京为上京临潢府、东京辽阳府、中京大定府、南京析津府、西京大同府,其中南京又称燕京。金初沿用辽代各京,至天眷元年(1138年)始称会宁府为上京。海陵王贞元元年(1153年)降上京为会宁府,迁都燕京,改称中都,并改辽中京为北京,称汴京开封为南京。辽金统治者都在京城和宫殿建筑上花了很大气力,他们动用大批人力物力,大兴土木。建筑人员中既有汉族工匠,又有少数民族的技工,也有少数民族官员参与领导和决策。

辽上京临潢府城高2丈,幅员27里,东南西三面各开两门,北面为皇城。皇城高3丈,有楼橹,八门。宫城在东北隅,二里见方。燕京是辽最大的京城,城方36里,城墙高3丈,宽1.5丈,建有敌楼、战楼,有八门,"大内"在南部。中京规格较小,西京广袤20里,有敌楼棚橹。[1]

金代的皇都建设以上京和燕京为重点。上京是金的第一个都城,金初的太宗和熙宗都对上京的修建很重视,他们仿照中原宫室修筑了上京的宫室,但后来遭到了海陵王完颜亮的严重破坏。他出于政治上的需要而毁坏了上京的大批建筑。后来的各代女真统治者都对上京有浓厚的兴趣,或重修,或扩建,苦心经营,使上京仍然保持了东北大都市的地位。燕京是辽的国都,海陵王重建了燕京皇城,迁都于此,并改名为中都。金代中都城周达75里,四周开有十三座城门。[2] 为了营建燕京宫室,海陵王派人绘制了北宋汴京宫室制度的图样,命人按图建造。[3] 燕京皇城

① 《辽史》卷37至41,《地理志》。
② 《金史》卷24,《地理志》上。
③ 张棣:《金虏图经》、《宫室》(见中华书局本《大金国志》附录二)。

周九里三十步，城内建筑极为辉煌，各种宫殿林立。其中仁政殿"凡九重，殿三十有六，楼阁倍之"。内城正门称通天门，后"改名应天楼，观高八丈，朱门五，饰以金钉"。[①] 史称"燕京宫阙雄丽，为古今冠"。[②] 海陵王还重新修建了汴京宫室，不惜一切代价，"务极华丽"，耗费了大量人力、物力，百姓深受其害，至有"运一木之费至二千万，牵一车之力至五百人"。总之，金代的皇城建筑规模十分宏大。在建筑艺术和风格上，既有少数民族的特点，也大量吸收采用了北宋宫室和皇城的建筑制度，有不少建筑是直接模仿汴京的建筑建成的。

契丹族和女真族及居住在北方的其他民族在辽金时期修建了大批寺庙等宗教建筑。例如，金代为金世宗之母贞懿皇后建过两次塔，至今仍有《通慧圆明大师塔铭》被保存下来。现在辽阳城西北隅公园耸立的高71米、八面十三层的白塔可能就是为贞懿皇后建的二塔中较大的一座。[③] 宗教建筑也在一定程度上反映了契丹族和女真族对先进建筑艺术的学习和吸收消化的情况。辽金时代的寺院浮屠是生活在北方的各民族的共同智慧的结晶，其中汉族的作用很大，但同时也反映了作为主体民族的契丹族和女真族的建筑水平。根据辽兴宗的命令，于辽清宁二年(1056年)建立了山西应县佛宫寺释迦塔，这是世界上现存最古的一座木塔，该塔高67.3米，八角九层。其他如河北涿县的普寿寺塔，内蒙古巴林右旗的南塔和北塔，呼和浩特的万部华严经塔，北京的天宁寺塔，山西灵丘县的觉山寺塔，山西陵川的昭庆寺塔，内蒙古宁城的大明塔等，都是辽、金时期建造的，这些塔造型精美，结构合理。例如应县木塔的结构和造型技术在当时都达

---

① 张棣：《金虏图经》，《宫室》(见中华书局本《大金国志》附录二)。
② 《大金国志》卷5，《海陵王本纪》。
③ 邹宝库：《辽阳市发现金代〈通慧圆明大师塔铭〉》，载《考古》，1984(2)。

到了较高水平，一千年来，经历了多次地震，木塔仍然完整屹立。

辽金时代建造的寺庙也很有特点。河北蓟县独乐寺建于辽代，现仍存当时建造的山门和观音阁。山门为单檐庑殿顶。观音阁高三层，阁中置有高16米的辽塑十一面观音像，是现存中国古代最大的观音塑像。山西大同的华严寺是辽、金的建筑，其中上寺的大殿是金代重建的，此殿是现存的古代单檐木建筑中体型最大的一座。善化寺是辽、金时代的又一座有代表性的寺庙建筑，它的一部分建于辽，另一部分建于金。其殿宇规模宏大，院落开阔，是现存辽、金佛寺中规模最大的一处。①

在建筑艺术和特点上，辽、金时期流行减柱法和移柱法。辽代的建筑较多地吸收了唐代的艺术特点，而金代的建筑则更多地体现了宋、辽建筑互相影响的结果。辽、金建筑中融入了契丹、女真等民族的艺术特色，在饰物造型和建筑风格上明显地体现了少数民族的特征。

契丹族和女真族在桥梁建筑方面也做出过不少贡献。金代在北方地区修建了许多桥梁，著名的如卢沟桥，是由金官府主持下于明昌三年(1192年)修成的。该桥长达266.5米，宽8米，由十一孔连续的半圆拱构成。这座石桥在建筑上采用“连续桥”使全桥拱联为一个整体，并把桥墩筑成尖嘴式，增加了抗震、抗冲击和抗碰撞力，从而达到了坚固耐用的目的。桥上的雕刻也极为精美。马可波罗在其游记中对这座桥倍加赞誉，他认为“这也许是世界上无与伦比的大石桥”，“拱门用弧形的石头堆砌而成，显示了造桥技术的高超绝伦”。契丹人中也有善造桥梁的专家，石抹按只就是契丹族中一位桥梁技术专家。在蒙古和南宋军的战争中，他建造了20余座浮桥以适应战争的需要，得到了蒙古统

① 刘敦桢主编：《中国古代建筑史》，中国建筑工业出版社，1980。

治者的重视和奖励。石抹按只还是一位造浑脱和皮船的专家，他的儿子不老也善造浮桥。

女真族建立金政权以后，为了防止蒙古势力的南下，从金初开始到13世纪初先后数次修筑了军事界壕。金界壕东北端自今内蒙古呼伦贝尔盟莫力达瓦旗嫩江左岸起，向西南一直到河套西曲之北[①]，有些地段修筑了3条界壕。[②] 界壕的总长度达数千里，是金代修筑的一道“长城”。在界壕沿线还修有大量的边堡，供戍卒守备之用。界壕和边堡是一个整体，形成了防御体系。这是一项巨大的建筑工程，耗费了相当大的人力和物力。根据对某些地段的界壕的考古探测，可知界壕的深浅宽窄因地理位置的不同而有所差别。[③] 一般说，界壕截面为梯形，上宽7～8米，下宽3～4米，深3米左右。壕中挖出的土石又在壕内侧筑成一道梯形墙，这样，墙高和壕深加在一起可达6～7米高。边堡即方形土城，城周围有防护壕，城墙用土夯筑，城内各种居屋很多，并有水井，道路交错。

女真族发祥于白山黑水之间，完颜女真在其始祖函普时居于“仆干水之涯”，后又迁移到“按出虎水之侧”。[④] 完颜部所依赖的这两条河流即今牡丹江和阿什河。黑龙江、松花江、呼兰河等大小江河都在女真族发展史上有重要意义。他们对于水路运输有较深刻的理解。完颜部迁徙可能就是以牡丹江、松花江、阿什河为路线的。[⑤] 到了金初，以上京为中心，形成了以水陆并重的

---

① 王国维：《金界壕考》，《观堂集林》卷15。

② 张柏忠：《叶列毛杜古城调查试掘报告——兼论金代东北路界壕》，载《文物》，1982(7)。

③ 哲里木盟博物馆：《内蒙古霍林河矿区金代界壕边堡发掘报告》，载《考古》，1984(2)。

④ 《金史》卷1，《世纪》。

⑤ 景爱：《金上京城的水陆交通》，载《北方文物》，1988(4)。

经济、文化交通大动脉。金代的水运相当发达，除了自然河流以外，还有人工运河。"金兀术运粮河"就是金初开凿的一条运河。从现存遗迹看，这条运河由今阿城西郊至哈尔滨西郊，一头与松花江相通，一端与上京相接，河道宽 50～70 米，深 15～30 米，长 100 余里。它既减轻了阿什河的运输压力，又缩短了运输距离，使上京的需求得到充分的运输保障。该运河现在早已是一条涸河了，但在河畔发现出土金代银锭，印有文字。还发现了木船，长约 9 米，宽 1.5 米，木船内有金代"正隆元宝"、"大宝通宝"。[①] 这都表明金兀术运粮河是一条重要的漕运河。金迁都中都以后，又形成了以中都为中心的水路交通网，漕运十分繁忙。大定年间，金世宗曾组织人力开掘了金口至通州之间的运河，把潞水和卢沟河连在了一起，但因"地势高峻、水性深浊"而未达到运输的目的。[②] 但是女真族对水运的重视由此可见一斑。

修筑界壕、开凿运河这些大型工程项目，都需在事先有周密的安排计划，需要从人力、物力和工程技术等方面做出全面的分析研究。女真统治者对这一点十分重视，无论修筑界壕、边堡，还是开凿运河、进行河防等，都事先进行周密的计算。例如，大定二十一年(1172 年)四月，"遣吏部郎中奚胡失海经画壕堑"，让他规划修界壕事宜。修一座边堡"日用工三百，计一月可毕"。又如，开凿金口至通州的运河时，先预算要 80 日完工，世宗派人复查计算后认为 50 日即可完工，于是皇帝召宰臣责曰："所余三十日徒妨农工费，卿等何为虑不及此?"在治理河患中，类似计算也很多。[③] 可见，女真统治者对这些大型工程的了解和参与程度。

---

① 王禹浪等：《金代黑龙江地区的交通》，载《辽金契丹女真史研究》，1989(1)。
②③ 《金史》卷 27，《河渠》。

在兵器制造方面，契丹和女真各有特长。契丹被视为征服民族，辽宋、辽夏等战争不断，他们的武器包括弓箭、刀、剑、抛石机等。其弓箭很精，史称耶律阿保机能用箭射透一寸厚的铁，可见其弓的弹力和箭的硬度都是相当高的。另外，他们还有各种防护装备。值得注意的是，契丹人在与宋的战争中了解了火器。火药发明于唐代，宋已广泛使用于军事，契丹人也会制作火器，为了防止配制火药的材料流入北方，宋朝廷曾一再下禁令。[1]宋熙宁九年(1076年)五月，"河东经略司言：'北界人称燕京日阅火炮，令人于南界榷务买硇黄焰硝。虑缘边禁不密，乞重立告赏格。'于是审刑院、大理寺申明旧条行之"。[2] 这条资料表明契丹人拥有火炮，并在练习使用。据《辽史》记载，至晚在公元986年，契丹人中就有了"炮手"，不过这应是使用抛石机者而非放"火炮"的人。契丹人还从南方得到并了解了"猛石油"(石油)的用途，知道可以用于军事。[3]

女真族的兵器有各种长短兵器、抛射兵器、防护装具和攻城装具等。他们在与宋人战争中也学会了使用和制作火器。1125年，金夺得宋人火器，不久便能自制，在攻汴时曾使用过。金占领了北宋时的火药中心汴京和原材料产地泽州，为他们大量制造火器提供了方便。他们制造的一种名为"震天雷"的爆炸性火器威力很大，在金宋、金蒙战争中都起了大作用。1221年，金人攻蕲州就使用了"震天雷"。这种宋人称为"铁火炮"的武器曾被大量制造，南宋也仿制过。1232年，蒙古军攻金南京，金人用"震天雷"来炸攻城者，使蒙古军不得已而退。在宋蒙战争中，南宋军队

---

[1] 李迪：《契丹族的科学技术》，《中国科学技术史论文集》第一集，204～218页，内蒙古教育出版社，1991。

[2] 《续资治通鉴长编》卷277。

[3] 《辽史》卷71，《契丹国志》卷13

也曾用它来抵抗蒙古军。"震天雷"的威力很大,《金史·赤盏合喜传》说:"其守城之具有火炮名'震天雷'者,铁罐盛药,以火点之,炮起火发,其声如雷,闻百里外.所爇围半亩之上,火点著甲铁皆透。"这是一种用"铁罐盛药,以火点之"的炸弹,南宋赵与衮《辛巳泣蕲录》说,它呈瓜形小器,用生铁铸成,厚有二寸。

金人还制造了另一种火器"飞火枪",这是一种管形火器。《金史》记载了这种枪的结构:"枪制:以敕黄纸十六重为筒,长三尺许,实以柳炭、铁滓、磁末、硫磺、砒霜之属,以绳系枪端。军士各悬小铁罐藏火,临阵烧之,焰出枪前丈余,药尽而筒不损。"[①]可见,飞火枪是一种管状的喷火武器。枪管由16层黄纸做成,有0.65米长,所用药物是由柳炭、铁滓、磁末、硫磺、砒霜等材料混合而成,但在使用时需点火。记载中没有提到硝,可能是漏记,否则构不成火药。这种飞火枪与1132年陈规发明的"火枪"很类似,尽管它还是很不完善的初级管形火器,但它在当时的作用却很大。1233年,金蒲察官奴率450人,用飞火枪与蒙古军战,结果蒙军无法抵抗,死3 500余人。《金史》载,飞火枪"注药以火发之,辄前烧十余步,人亦不敢近"。[②]

契丹族、女真族在陶器和瓷器的制造方面也有一些颇具特色的地方。契丹人很早就有自己的陶器,出土文物早自北齐时代,就有夹砂陶和泥质陶二类。[③] 夹砂陶中或拌有云母,轮制成器,主要有大口罐,陶色褐、黑、红相间;泥质陶有壶、罐、瓶等,其中盘口壶很有代表性。它们对辽代的陶瓷业有很大的影响,特别是在器物造型上和饰纹上影响更大,反映了民族风格。辽瓷包括中原型和契丹民族型两类。民族型或传统型的造型有不少是从

① 《金史》卷116,《蒲察官奴》。
② 《金史》,《赤盏合喜》。
③ 张柏忠:《契丹早期文化探索》,载《考古》,1984(2)。

仿照木、皮用具的形状而来，具有明显的游牧民族风格，其造型继承了契丹早期的陶器的特点。辽代鸡冠壶和盘口壶是最能反映契丹民族特色的瓷器，已知的鸡冠壶有五种器形[1]：扁身单孔式、扁身双孔式、扁身环梁式、圆身环梁式、矮身横梁式。盘口壶有盘口长颈注壶、盘口有把执壶、盘口穿带壶等。鸡腿瓶、凤首瓶也很有特色。其装饰技术可分为胎上装饰和釉色装饰两种，胎上装饰又分刻划花、印花、贴花三种方法。而工艺流程包括选料、成型、涂釉、装烧等工序。

女真族在金代制瓷业的发展，以其迁都燕京为界分为前后两期。前期的瓷器基本上是日用粗瓷，以实用为主，抚顺大官屯窑和辽阳江官屯窑是其代表。这些瓷器的釉色单调，造型朴拙，缺少装饰，制作技术和装饰工艺都比较粗糙。釉色有黑釉、白釉、酱色釉和茶绿色釉等。釉面污浊不纯，且多采用蘸釉方法。胎质厚粗且含有杂质，造型也多不规整。其烧法为火焰与烧造器物直接接触，而瓶、壶、罐等产品上往往附有双系、三系或四条耳，则是一个突出特点。[2] 金后期的瓷器水平有了很大的改观，工艺技术、造型艺术、装饰水平都有了很大的提高，且瓷窑遍布各地，并有一些新的工艺，如砂圈叠烧法就是一项新的烧造工艺。金代前、后两期瓷器水平的不同，说明了女真族的陶瓷发展的阶段性和中原陶瓷对女真族的影响。女真族初建国时，陶瓷生产水平较低，随着迁都中都，汉族陶瓷工艺对他们产生了很大影响。辽、金时代的陶瓷可能主要是汉族工匠生产的，但是作为统治民族，契丹、女真族也从中学到了不少东西，无疑应包括这两个民族的成就。　　　　（郭世荣）

---

① 李文信：《辽瓷简述》，载《文物参考资料》，1958(2)。

② 赵光林、张宁：《金代瓷器的初步探索》，载《考古》，1979(5)。

第三节　农牧业技术

一、契丹族的农牧业技术

契丹族的农业生产可以远溯到辽朝建立以前，遥辇初期的涅里已"究心农业之事"，"教耕织"。[①] 耶律阿保机的玄祖"始教民稼穑，善畜牧，国以殷富"。[②] 阿保机的祖父匀德实也"喜稼穑……相地利以教民耕"。[③] 阿保机的伯父述澜"教民种桑麻，习织组"。[④] 可见当时契丹族已经有了一定的农业生产，只不过其农业占契丹族经济的比重不大，农业生产的技术水平也是很落后的。当时与契丹族邻近的室韦族、奚族，他们经营农业的方法是："岁借边民荒地种穄，秋熟则来获。"[⑤] 春种秋收，没有任何田间管理等农业技术措施，是极其粗放的农业，这可为当时契丹的农业技术水平作一佐证。

辽朝建立前后，契丹贵族通过战争俘虏汉人和渤海人作为俘户私奴。当时的黄龙府，是辽朝初期"擒获异国人，则迁徙散处于此"的地方，"故此地杂诸国俗。凡聚会处，诸国人语言不通，则各为汉语，令通事者，然后能辨之"。[⑥] 阿保机俘获的汉人主要从事农业生产，"其地（幽、涿之北）可植五谷，阿保机率汉人耕种……汉人安之，不复思归"。[⑦] 汉语是当地各民族的共同语言，而汉人又具有丰富的农业生产经验，这样把较为先进的农业生产技术传播给契丹族就成了自然而然的事。在汉人的影响下，契丹族也开始开垦草原，形成了草原上的插花田。

① 《辽史》卷46，卷48，《百官志》。
② ④ 《辽史》卷2，《太祖本纪》。
③ 《辽史》卷59，《食货志上》。
⑤ 《新五代史》卷74，《四夷附录第四》。
⑥ 《辽史拾遗》卷13，引许亢宗《奉使行程录》。
⑦ 《新五代史》卷72，《四夷附录第一》。

契丹族的农作物品种十分丰富，其中，有些是汉族农民从中原传播来的。汉族和契丹族以草原为试验地，对这些品种进行了适当的改良和培育，使其逐渐适宜于契丹地区的土质和气候；还有些品种是先由契丹族种植，以后传播到中原地区。

契丹族的农作物品种，可从下列零星史料，管窥一斑：

"膏腴蔬蓏、果实、稻粱之美，靡不毕出，而桑柘麻麦羊豕雉兔，不问可知。水甘土厚，人多技艺。"①

"沿灵河有灵、锦、显、霸四州，地生桑麻(产)贝锦。州民无田租，但供蚕织，名曰太后蚕丝户。"②

"咸雍四年三月，诏南京除军行地，余皆得种稻。"③

"稻畦百顷，枣栗蔬园井□器用等物。"④

"野有良田百余顷，园有甘栗万余株，清泉茂林，半在疆域……间艺麦千亩，皆原隰沃壤。"⑤

从以上资料可以看出，契丹族所种作物有水稻、麦类、蔬菜、瓜类、麻类、栗子。因桑树和柘树的叶子都能养蚕，文献中又提到蚕织业，可见这两种树应属为养蚕业服务所种植的树。

从契丹贺宋皇帝生辰礼物表中可以看出，契丹族有多种农副土特产，这个礼物表中有："蜜山果十束棂椀；蜜渍山果十束棂皮列；山梨柿四束棂；榛、栗、松子、郁李、黑郁李子、面枣、楞梨、棠梨二十箱；面秔糜糜糜梨炒十椀。"⑥

特别需要指出的是，有两种作物是契丹人先于汉人种植的，

① 《契丹国志》卷22。
② 路振：《乘轺录》。
③ 《辽史》卷22，《道宗二》。
④ 《辽文汇》卷8，《妙行大师行状碑》。
⑤ 《辽文汇》卷8，《蓟州感化寺碑》。
⑥ 《契丹国志》卷21。

其一是西瓜。早在五代时，兀欲“遂入平川，多草木，始食西瓜，云契丹破回纥得此种，以牛粪覆棚而种，大如中国冬瓜而味甘”。[①]这就是说五代时契丹族已能种西瓜，直到南宋，我国黄河以南才普遍开始栽培。其二是回鹘豆。“回鹘豆，高二尺许，直干，有叶无旁枝，角长二寸，每角止两豆，一根才六七角，色黄味如粟”。[②]据考证，“回鹘豆”就是豌豆，忽思慧在《饮膳正要》中叫做“回回豆子”。[③]

近年来，在昌图八面城（辽代韩州）、阜新红帽子古城（辽代代州）和赤峰等地出土了铸铧铜范，与近代铁铧相似，说明辽代出现了铁器耕种的农业，已较为精耕细作。

反映契丹族精耕细作农业技术的除上述契丹族使用铁器农具外，据史料记载，契丹族还根据本地区的自然特点，因地制宜地运用了垄作法这一耕作技术。宋朝王曾说：“所种皆从垅上，盖虞吹沙所壅。”[④]实际上，这种放弃垄沟不种而种垄台的做法，不仅仅是有“盖虞吹沙所壅”之效，对于低田湿地还能防止水涝，通风透光。

如果说契丹族的农业是契丹族与汉族、渤海族相互交流后才有一个大的发展的话，那么畜牧业就是契丹族具有悠久历史传统的、一千多年来伴随契丹族整个历史的生产部门。“契丹旧俗，其富以马，其强以兵”；“马逐水草，对仰湩酪，挽强射生，以给日用”。[⑤]这是契丹族生活的真实写照。

在契丹族的畜牧业结构中，一直以羊、马为主，正如述律后

---

① 《新五代史》卷73，《四夷附录第二》。

② 洪皓：《松漠纪闻》。

③ 李迪：《契丹族的科学技术成就》，《中国科学技术史论文集》第一集，204～218页，内蒙古教育出版社。

④ 《契丹国志》卷24，《王沂公行程录》。

⑤ 《辽史》卷59，《食货志上》。

所说:"吾有西楼羊马之富,其乐不可胜穷。"[1]史料中以提及羊、马的记载为最多。

从契丹族输出的家畜品种看,自契丹建国的200年间,向外输出的主要是羊、马,如对南唐一次献羊3.5万只、马300匹。还有一次除拿羊、马入贡外,另以羊3万只、马200匹出售。宋辽期间,仅在河北榷场每年博买契丹羊就数万只。[2]贺宋生辰正旦时,除御马鞍马之外,生辰有散马200匹,正旦有散马100匹。每年八月有回赐高丽及奉使有鞍辔马7匹、散马20匹、羊200只。[3]

契丹的畜种以羊、马为主,另有少量的牛、驼和猪。开泰八年(1019年)七月,辽廷诏令"阻卜依旧岁贡马千七百,驼四百四十"。[4]寿昌五年(1099年),"斡特剌讨耶睹刮部,获马、驼、牛、羊各数万"。[5]宋王曾见到的畜种有:"时见畜牧,牛、马、橐驼,尤多青牛、黄豕。"[6]《契丹国志》记载的畜种有"羊、豕、雉、兔"。[7]猪、鸡等料食家畜的饲养,应是辽朝建立前后,契丹人与汉、渤海相互交流农牧业生产经验以后的事。

契丹族的畜牧生产方式发展分为两个阶段,第一阶段是"逐猎往来,居无常处"[8]的较大范围移动的游牧方式。和我国北方草原其他少数民族一样,契丹族也过着"逐寒暑,随水草畜牧"[9]的生活。每年由阴历四月到八月放于草甸子,让家畜自

① 《辽史》卷59,《食货志上》。
②③ 《契丹国志》卷21。
④ 《辽史》卷16,《圣宗七》。
⑤ 《辽史》卷97,《耶律斡特剌》。
⑥ 《契丹国志》卷24,《王沂公行程录》。
⑦ 《契丹国志》卷22。
⑧ 《旧唐书》卷19下,《契丹》。
⑨ 《隋书》卷84,《契丹》。

逐水草，八月末，收回饲养。宋使苏颂于宋熙宁十年（1077 年，辽大康三年）出使辽国，他看到的放牧方法是："羊以千百为群，纵其自就水草，无复栏栅，而生息极繁。"[①] "契丹马群，动以千数，每群牧者才三二人而已。纵其逐水草，不复羁绊，有役则旋驱策而用，终日驰骤而力不困乏。彼谚云：'一分喂，十分骑。'……视马之形，皆不中相法，蹄毛俱不剪剃，云马遂性则滋生益繁，此养马法也。"[②]从放羊时"无复栏栅"和放马时"不复羁绊"的情况看，当时的畜牧业还是很粗放和原始的，没有任何防御自然灾害的设施。但养马重视马匹的运动，运动可促进马匹的新陈代谢，有利于保持健康，是符合科学的饲养管理原则的。

随着契丹族农业的发展和京邑城镇的营建，畜牧生产方式逐渐从第一阶段发展为第二阶段，即转向"分营置部"的较小范围移动的游牧阶段，出现了定居放牧。在农区，渤海、汉人的农户向契丹人学习畜牧，以畜牧为副业，走向了农、牧结合的道路，如宣德的汉族刘氏就是："以赀雄其乡，委积丰实，畜牧蕃息。"相互学习的结果，有些契丹族既从事农业，也从事牧业，农牧结合、半农半牧也是完全可能的。

在经营管理方面，契丹族既重视牲畜的数量，又重视牲畜的质量。重视牲畜的数量，如"番汉大户亦以牧养多少为高下"。[③]咸雍五年（1069 年）萧陶隗在马群太保任内，考察群牧情况，当发现牲畜的上报数字与实际不符时，即上书辽廷："群牧以少为多，以无为有，上下相蒙，积弊成风。不若括见真数，著为定籍，公私两济。"[④] 重视牲畜质量，萧陶隗"不若括见真

---

①②③ 《苏魏公文集》卷 13，《后使辽诗·辽人牧》自注。

④ 《辽史》卷 90，《萧陶隗》。

数"的建议被辽廷采纳以后，他悉阅旧籍，"除其羸病，录其实数"。[①] 北院大王耶律室鲁"以本部俸羊多阙，部人空乏，请以羸老之羊及皮毛，岁易南中绢，彼此利之"。[②]淘汰老弱牲畜，可以提高家畜的产品率，加快畜群的周转，节约饲草料，这一措施是值得称道的。

应该指出的是，契丹人已有了家畜外科手术。据张舜民《使辽录》记载："北马割去肺者，遂无病能行。果否？云：有之。其法饮以醇酒，于腋间破之，取去少肉，然亦十失八九。"契丹人使用醇酒作麻醉剂、然后切除肺部病块。这样大的肺腔手术难度是很大的。

契丹人的相马术亦有较高的水平："女里善识马，尝行郊野，见数马迹，指其一曰：'此奇骏也。'以己马易之，果然。"[③]

二、女真族的农牧业技术

女真先人挹娄、勿吉时就从事农业生产了。挹娄时："有五谷、麻布；"勿吉时："佃时耦耕……有粟及麦、穄。"后来，女真族逐渐发展到"颇事耕艺"和"喜耕种"了。11世纪，某些女真部落已懂得"种植五谷"。为了发展农业，有的女真部落还向高丽请赐耕牛。这段时期，部分女真部落农业已相当发展，甚至有的部落已经用农产品作为贡品向外国朝贡。《高丽史》记载：公元1020年4月，"东女真酋长达鲁率众来献番米三百石"。

女真族夺取辽政权前后，强令中原农业人口搬迁到女真族居住的地区。天辅六年(1122年)攻占今山西诸州县后，便将其居民迁往东北地区。为了提高女真族的农业技术水平，金王朝要求女真人"各随所分土地与汉人错居，每四五十户结为保聚，农

① 《辽史》卷90，《萧陶隗》。
② 《辽史》卷81，《耶律室鲁》。
③ 《辽史》卷79，《女里》。

作时，令相助济”。[1] 天辅七年(1123年)占领辽燕京路，“尽徙六州氏族富强工技之民于内地”。[2]天眷元年(1138年)二月，“诏罢来流水、混同江护逻地与民耕牧”。[3] 在汉族和女真“相助济”的条件下，女真族的农业技术水平产生了巨大飞跃。

在耕作技术方面，女真族取得了异乎寻常的重大成就，从出土的金代农具看，无论数量、种类还是性能都展现了耕作技术的水平。农业生产工具种类计有犁铧、镰、手镰、锄、锄沟、耘锄、镐、镬、叉、锹、锄刀等。金代犁铧由铧、犁镜、趟头、犁牵引组成，有大、中、小不同规格，可根据不同土壤性质和耕作时不同程序的技术要求，如开荒、春耕、中耕和秋耕的需要，进行深耕、浅耕，具有开沟破土、翻土、碎垡的功能。在出土的播种工具中，有瓠种器和耧铧。瓠种器俗称点葫芦，是用瓠瓜（葫芦）的干壳做成的，将瓠腹掏空，在其两端各穿一个孔，上端的孔上装一个可以用手把握的木柄，下端的孔上装一截圆木棍，棍上雕出一个凹槽，即引槽，葫芦上部近中央部位开一圆孔，使用时将谷、豆种从孔中投入，在播种时，将装满种子的瓠器对准垄沟，人用棍敲打着沿着田垄走，种子即可通过引槽，进行条播。[4] 耧铧是耧车上入土部分的铁足，这种播种方法兼开沟、下种、覆土三种功能。

从出土的大量的中耕工具，如铁趟头、铲、耬和各种各样的锄来看，当时已进行中耕管理，采取了松土、灭草等一系列措施。出土的大小不同规格的趟头，用于疏松不同农作物两侧的土壤，清除两侧杂草。锄为较普遍的锄草工具，有的耕锄上有铁柄，可与犁架连接，进行锄草。金代女真族的收割工具有镰刀、手镰、钩

---

①② 《金史》卷46，《食货一》。

③ 《金史》卷4，《熙宗本纪》。

④ 郑绍宗：《金代的瓠种》，载《农业考古》，1983(2)，196～198页。

镰等。手镰形制较小，用以掐穗；钩镰则形制较大，用以打谷草。

从以上考古发现可以大略看出金代女真族播种耕作到中耕、最后到收割的过程。大量的文献材料更加清楚地描绘了当时的农业技术水平。

金代女真族的农田灌溉技术有了相当的发展，制定了统一的水利计划。在泰和八年（1201 年）七月，金朝命诸路按察司规划水田，于是各地"沿河通作渠"，或"掘井种田，俱可灌溉"。金前期掌握了开渠引水溉田技术。熙宗天眷元年（1138 年），"陕右大饥，流之四集，（庞）迪开渠溉田，流民利其食，居民藉其力，各得其所，郡人立碑纪其政绩"。[1] 到了金中期，农田灌溉事业更加发展。"明昌五年（1194 年）闰十月，言事者谓郡县有河可开渠，引以溉田，诏下州郡"。[2] 由于仅靠开渠引水溉田不能满足农业生产的需要，到金章宗泰和年间出现了凿井溉田。泰和八年（1201 年）七月，部官谓："比年邳、沂近河布种豆麦，无水则凿井灌之，计六百余顷，比之陆田所收数倍。以比较之，它境无不可行者。"[3]

金代女真族十分重视林业生产，并把林业和农业相结合，以林业保护农业，形成农业生产的良好的生态环境。"金世宗大定五年（1165 年）命大兴尹巡察猛安民不自耕垦及伐桑枣为薪者。十九年诏亲王、公主及势要家牲畜有犯民桑者立加惩断；盖金时凡桑枣民户以多植为勤，少者必植地十之三，明安穆昆户少者必课种其地十之一，除枯补新，使之不缺"。[4] "泰和八年（1201 年）六月己亥用尚书省言，申明旧制，猛安谋克户每田四十亩，树桑

---

① 《金史》卷 91，《庞迪》。

②③ 《金史》卷 50，《食货五》。

④ 陈嵘：《中国森林史料》，36 页，中国林业出版社，1983。

一亩,毁树木者有禁,鬻地土者有刑"。[1]

金朝女真族继承和发扬了前人的农学栽培技术。从史料看,其栽培技术至少有以下几种:1.区田法。明昌四年(1193年)在京畿试行区田法颇见成效,于是,"五年正月,勅谕农民使区种"。[2]"遂勅令农田百亩以上,如濒河易得水之地,须区种三十余亩,多种者听。无水之地则从民便。仍委各千户谋克县官依法劝率。"[3]2.压枝栽培法。据在金十五年的宋朝洪皓所言:"宁江州去冷山百七十里,地苦寒,多草木。如桃李之类,皆成园,至八月,则倒置地中,封土数尺,覆其枝干,季春出之,厚培其根,否则冻死。"[4]根据桃、李的生长习性,现代的栽培中没有上述这种栽培方法,是洪皓所记有误,还是此法后来失传?就不得而知了,需要进一步探讨。3.继承了契丹人的西瓜冬播技术。仍据洪皓所述:"西瓜形如扁蒲而圆,色极青翠,经岁则变黄。其瓞类甜瓜,味甘脆,中有汁且冷。《五代史·四夷附注》云,以牛粪夏棚种之。予携以归,今禁圃乡圃皆有之。亦可留数月,但不能经岁,仍不变黄色。鄱阳有久苦目疾者,曝干服之而愈,盖其性冷故也。"[5]

女真族早期的畜牧业,在阿骨打建立政权前虽有一定的发展,但仍是"旧俗无室庐,夏则出随水草以居,迁徙不常"。[6]

金政权建立后,其畜牧业进入了一个新阶段。这时的畜牧业技术主要表现在:

1. 十分重视保护畜牧业的基础——牲畜。据考古发现,在女真族的早期墓葬中,发现有多匹驹马,说明女真族那时有以马祭尸的习惯。金初天辅二年(1118年),阿里合懑上谏太祖:"马

① 《金史》卷11,《章宗本纪三》。
② ③ 《金史》卷50,《食货五》。
④ ⑤ 《松漠纪闻》。
⑥ 《金史》卷1,《世纪》。

者，甲兵之用。今四方未平，而国俗多以良马殉葬，当禁止之。"[①]以马祭尸之风渐止。

2. 对牲畜的布局进行了一定的区划。金代的畜牧业布局大致分东、西部两个地区，西部牧地主要集中在今河北燕山前后"牧野广阔"的地区。山前在今河北太行山以东，军都山、燕山以南，至雄、霸、清、沧州地区。山后牧地包括今河北太行山北端、军都山以北的广阔平原。正隆六年(1161年)，"诏内地诸猛安赴山后牧马"。[②] 东部牧地主要集中在英金河、老哈河、西喇木伦河，北及崔林河、洮儿河、张广财岭、三江平原和绥芬河流域的广大地区。在吉林省汪清县绥芬河上游出土的一面铭文有关金代牧所内容的"沤鲁抹"铜镜，即是在此群牧的一个实物例证。

3. 实行了畜牧业生产的专业化。海陵天德年间(1149～1152年)，因为需要更多的放牧人照料牲畜，"又于诸色人内，选家富丁多，及品官家子、猛安谋克蒲辇军与司吏家余丁及奴，使之司牧，谓之群子，分牧马、驼、牛、羊"。[③] 从"分牧马、驼、牛、羊"来看，当时实行了畜牧业生产的专业化，这样可以充分利用当地畜牧业的经济资源和自然资源，有利于提高畜牧业劳动生产率，降低费用。实行畜牧业生产的专业化是金朝女真人畜牧业发展的重要标志。

4. 懂得了一定的补饲知识。阿鲁罕为西路统军使，"以春牧马，经夏不收饲，瘠弱多死。阿鲁罕命以时收秣之，故死损者少"。[④] 因为牲畜采食牧草所产生的热能不足以维持其正常体温与生理活动所需时，就要通过两个途径来增加热量，一是增加采

---

① 《续文献通考》,《兵十二》。
② 《金史》卷5,《海陵纪》。
③ 《金史》卷44,《兵志》。
④ 《金史》卷91,《阿鲁罕传》。

食量,二是消耗体内贮存的脂肪和蛋白质。当消耗量超过一定的临界点时,家畜就会死亡。如果不想耗掉畜体的膘肉,就应该加强饲草、饲料的补给。从现代畜牧学意义上讲,阿鲁罕当时的做法确实是很难得的。

5. 掌握了一定的相马术。"按答骑射绝伦,善相马……阅马于市,见名马,虽羸瘦,辄与善价取之,他日果良马也。"①

6. 利用头羊放牧。"善牧者,每群必置羖羱羊数头(羖羱音古力,北人讹呼羖为骨),仗其勇狠,行必居前,迁水则先涉,群羊皆随。其后以羖羱发风,故不食。"②

7. 掌握了剪羊毛技术。"三月、八月两剪毛。当剪时,如欲落絮不剪,则为草绊落,可撚为线。春毛不值钱,为毡则蠹,唯秋毛最佳,皮皆为裘。凡宰羊,但食其肉。贵人享重客,间兼皮以进,必指而夸曰,此潜羊也。"③

从以上的分析看,女真人确实在畜牧技术上有一定的成就,但就其总体而言,其畜牧方式应该说仍是较为落后的,其放牧方法经常是:"羊顺风而行,每大风起,至举群万计皆失之,牧者驰马寻逐,有至数百里外方得者。"④ (盖志毅)

第四节 医药卫生

在与疾病的长期斗争中,契丹和女真族逐渐产生了自己的原始医药。在与北方各民族的交往过程中,契丹、女真族又吸收了汉族以及其他民族的某些医疗经验,通过进一步实践、总结,形成了独具特色的民族医药,成为中国医学的一个组成部分。辽、金时期,契丹和女真族统治者对医药事业都十分重视,他们

① 《金史》卷91,《移剌按答》。
②③④ 《松漠纪闻》。

接受了汉族先进的医药管理经验，形成了各自的医药卫生体系，对古代医药事业的发展起了积极作用。

一、契丹、女真族的传统医药

1. 契丹族的传统医药

据史料记载，辽代有国医①、蕃医和汉医② 的称谓。国医就是指契丹族医生，蕃医是指与契丹族共处的其他少数民族医生。既然契丹医、蕃医、汉医在朝廷中并存，说明契丹族的医疗方法是自有其传统和特点的。据现有史料，可将契丹族医学归纳为以下几方面：

诊断方法：契丹族医生多通过观察患者形色，进行病情诊断，类似于中医的"望诊法"。据《辽史》卷一一二载：太祖阿保机的族弟迭里特"有膂力，善驰射，马蹶不仆。尤神于医，视人疾苦，若隔纱睹物，莫不悉见"。吐谷浑人直鲁古家"世善医"，其人"虽马上视疾，亦知标本"。③统和年间五院部族人耶律敌鲁也"精于医，察形色即知病原，虽不诊候，有十全之功"。④ 萧胡笃的曾祖敌鲁"明医，人有疾，观其形色，即知病所在"。⑤ 这些史料都说明契丹医人长于"望诊法"。《辽史·耶律庶成传》说："初，契丹医人，鲜知切脉审药。上命庶成译方脉书成，自是人皆通习，虽诸部族，亦知医事。"耶律庶成是兴宗重熙（1032～1055 年）时人，已是辽代中期，可知在此之前，契丹医人很少用切脉等其他诊断方法。这可能是由于望诊法较简便，适于游牧民族的生活条件。有些进入契丹的汉人，学习了契丹医学，也采用了契丹医人的诊断

---

① 陈述：《辽文汇》续编，大康元年萧德温墓志。
② 《辽史拾遗补》卷 5。
③ 《辽史》卷 108，《直鲁古》。
④ 《辽史》卷 108，《耶律敌鲁》。
⑤ 《辽史》卷 101，《萧胡笃》。

方法。如韩知古本是蓟州玉田人，6岁被掠入契丹，其后世代为契丹服务。他的儿子“匡嗣以善医，直长乐宫，皇后视之犹子”[①]；孙子德崇亦“善医，视人形色，辄取其病”。[②] 匡嗣和德崇均系生长于契丹的汉人，他们的医术应当是在契丹学习的，他们也主要通过“视人形色”诊断疾病。由此看来，契丹医人的诊断方法确与中原医生有差别。

治疗方法：契丹医生的治疗方法有多种，但以针灸疗法为主。据《辽史》卷一一二记载，一次，阿保机患“心痛”，召迭里特诊看，迭里特说：“膏肓有淤血如弹丸，然药不能及，必针而后愈。”阿保机照他的方法治疗，“呕出淤血，痛止”。直鲁古的医术也非常高明，“专事针灸，尝撰《脉诀》、《针灸书》行于世”。[③]《脉诀》还曾流传中原。[④] 阿保机的长子东丹王突欲“聪敏好学，通阴阳、医药、针灸之术”。[⑤] 景宗耶律贤“自幼得疾”，对医生特别青睐，“伶伦、针灸之辈，授以节钺使相者三十余人”。[⑥] 可见当时针灸医生的数量相当可观，针灸疗法所占的地位也非常重要。

精神疗法也是契丹医生常用的方法，《辽史·方技传》记载了一例病案：“枢密使耶律斜轸妻有沉疴，易数医不能治。敌鲁视之曰：‘心有蓄热，非药石所及，当以意疗。因其聩，聒之使狂，用泄其毒则可。’于是，令大击钲鼓于前，翌日果狂，叫呼怒骂，力极而止，遂愈。治法多此类，人莫能测。”这种方法与现代心理疗法可能有某些相同之处。

---

① 《辽史》卷74，《韩知古》。
② 《辽史》卷82，《耶律隆运》。
③ 《辽史》卷108，《直鲁古》。
④ 陈述：《十一十二世纪我国北方草原上的民族医学——有关辽代医药的二三事》，载《民族研究》，1980(4)。
⑤ 《辽史》卷64，《皇子表》。
⑥ 《辽史拾遗》卷6。

草地热病较多，长期生活在草原上的契丹人掌握了外敷降低高烧的办法。他们常用"冰实羊肠"治上热。[1]《辽史拾遗》卷三说："契丹主(耶律德光)至临城得疾，及栾城病甚，苦热，聚冰于胸、腹、手、足，且啖之。"这显然与中原的方法不同，对于昏迷的高热病人，这种方法现在仍有治疗价值。

契丹族治疗外伤也不同于汉族，他们采用灶烧治疗流血的伤口。《辽史》中保存了一个实例，马人望在搏斗中"右臂中矢，炷以艾"，又继续前进。[2] 东丹王突欲"通医药针灸之术"，同时又"精医药砭焫之术"。[3] 针灸的疗效显然优于砭焫，焫是爇烧，很可能爇烧是用于外科治疗的。蒙古族有用烧红的烙铁烙治伤口止血的记载[4]，这可能是草原民族治疗红伤的共同方法。

契丹族对冻伤的防治有独特的方法，陆游《老学庵笔记》有一段生动的记载："赵相挺之使虏，方盛寒。在殿上，虏主忽顾挺之耳，愕然，急呼小胡指示之，盖阉也。俄持一小玉盒子至，盒中有药，色正黄，涂挺之两耳周匝而去，其热如火。"等赵挺之出了殿门，接待人员告诉他："大使耳若用药迟，且拆裂缺落，甚则全耳皆堕而无血。"赵问："盒中药为何物?"接待者不肯告诉他，但说："此药市中亦有之，价甚贵，方匕直钱数千。某辈早朝，遇极寒即涂少许。"还有一种便宜的，"用狐溺调涂之，亦效"。虽然我们无法知道这种药物的成份，但可知该药防治冻伤确有奇效。

尸体防腐：契丹族在尸体防腐上有突出的贡献。《辽史拾遗》卷三载，耶律德光在南侵回程中病死，"国人剖其腹，实盐数斗，载之北去"。《刘跂暇日记》曰："元祐七年，贺正虏使耶律迪卒

---

[1] 《辽史拾遗》卷24。
[2] 《辽史》卷105，《马人望》。
[3] 《辽史》卷72，《义宗倍》。
[4] 巴·吉格米德：《蒙医史初探》，载《中华医史杂志》，1981(4)。

于滑州，虏人倒悬其尸，出滓秽口鼻中，又以笔管刺皮肤出水，以白矾涂尸令瘦，但令肢骨以归。"《本草衍义》言："北狄用盐以淹尸，取其不坏也。"《虏廷纪实》的描述更为详细："契丹富贵之家，人有亡者，以刀剖腹，取其肠胃涤之，实以香药、盐、矾、五彩缝之。又以笔尖沥其血尽，用金银为面具，锦彩络其手足。"这种防腐办法有一定的科学价值，首先是清除体内污物及易腐烂的部分，排除水分，再涂敷除臭、脱水、凝固蛋白等药物，起到了抗感染的作用。该法行之有效，考古发掘证实了这一点。1981 年内蒙古乌兰察布盟察右前旗豪欠营出土的契丹女尸，距今已有 900 多年，尸身保持完好，肌肉尚有弹性[①]，充分说明了契丹族的防腐技术是非常高明的，在今天仍有价值。

契丹族有瘦尸的习惯，所以他们对人体内脏的解剖没有任何禁忌。《辽史》记载了尸检一例：耶律庶成的妻子有娠，至期不产而死。"剖视之，其子以手抱心"。[②]"抱心"之说虽不正确，但解剖对医学的提高会起到积极的作用。

契丹族并不局限于采用自己的传统医疗方法，对其他民族的医学也持欢迎态度。他们积极收集中原的医学书籍，聘请中原医生，学习中原医术，提高自己的医疗水平。同时，契丹族医学也丰富和补充了中原医学。

2. 女真族原始医药

公元 10 世纪前后，女真人还过着"夏则随水草以居，冬则人处其中"的原始游牧生活。当时医巫不分，"其疾病无医药，尚巫咒"。[③] 他们信奉萨满教，所谓萨满，"女真语巫妪也"。女真人认

---

① 陈棠栋：《察右前旗豪欠营湾子山发现一具辽代契丹族完整女尸》，载《乌兰察布文物》，1982（总 2），9～10 页。

② 《辽史》卷 89，《耶律庶成》。

③ 《大金国志》卷 89，《初兴风土》。

为"巫者能通神语甚验"[①],故而能够驱邪治病。萨满分为两种:一种家萨满,主要在家中祭祀时舞蹈、击鼓、念祝词,有时也给人治病;另一种为职业萨满,专门驱邪治病,也用药物治疗。萨满常用的药物有:杏仁、芥子、白苏、密麻黄、栀子、元胡、双花、元苓、沙参等。压成面,成小包,待咒术结束后投与病人。[②] 据调查,某些偏僻地区满族聚集区直到解放前仍保留着萨满这一职业,如某人患病,萨满于夜间入室,举行一定的仪式,然后告诉患者是有"家祟"(家中死者作祟)还是"拜客"(过路亡魂作祟),并代为驱逐。仪式后,用草药或针灸治疗。[③] 现在东北地区的满族中仍流传着一些萨满的故事,这些故事大多与医疗有关。由此推知,萨满确实是兼给人治病的巫者。

女真人能采集多种药物,据《金志》记载:"女真在契丹东北隅……土产人参、蜜蜡、北珠、生金、细布、松实、白附子。"[④]《契丹国志》卷二二云:熟女真"皆杂处山林……所产人参、白附子、天南星、茯苓、松子、猪苓、白布等物"。而生女真散居辽之边境,"自愿相率,赍以金帛布、黄蜡、天南星、人参、白附子、松子、密麻黄等入贡北番,或只于边上买卖"。既然这些药物已作为贡品或商品,女真人对它们的采集、加工以及性能必定有所了解。此外,女真人使用的药物还有腽肭脐、硇砂、乳香、安息、笃耨等。[⑤]

在原始的女真民族中,医学和巫术结合在一起,其医疗水平

---

① 《三朝北盟会编》卷3。

② 叶秋隆:《满洲民族志》(转引自张文宣《我国古靺鞨族医疗保健史的探讨》),载《中华医史杂志》,1984(1)。

③ 金启孮:《满族的历史与生活——三家屯子调查报告》,41页,黑龙江人民出版社,1981。

④ 中华书局本《大金国志》附录三。

⑤ 《松漠纪闻》卷七。

十分低下。当女真族向封建化转变的过程中，迅速吸收了先进的汉文化。在辽代，一部分女真就迁徙到汉族居住区。金灭辽后，女真人大量进入中原。金灭北宋后，又掠夺了北宋的图书、工匠等，其中包括“医工”和“尚方药饵”。[1]这些无疑对女真族的医学产生了影响。从此女真人逐渐接受了汉医学，并将其原有医药融入汉医学中。[2]

二、医事制度与药政管理

1．辽代的医事制度与药政管理

辽代官制分北、南两院，北院掌管契丹事务，南院掌管汉族事务。北院设有太医局，与客省局、兽医局、器物局并列。每局内有使与副使。四局设有都林牙。[3]开泰初(1012年)，萧和尚曾任内史太医都林牙[4]，直鲁古和耶律敌鲁都当过太医。南院，在翰林院内有翰林医官。大保二年(1122年)李奭曾任提举翰林医官。[5]从记载看，朝廷中既有汉族医生，也有契丹族和其他少数民族医生，这样病人可自由择医或请各族医生会诊。圣宗时，大丞相韩德让患病，“帝与太后祷告山川，召蕃、汉名医诊视”。[6]借此机会各族医生可互相学习，取长补短。

辽代可能通过举荐和世袭选拔太医。耶律敌鲁靠韩德让推荐而获得了太医的职位，他家也因此“世预太医选，子孙由是入宫者众”。[7]对于医疗成绩显著的医生，朝廷给予特别奖励。重熙

① 《建炎以来系年要录》卷1。

② 牛亚华：《金代女真族医药卫生史简述》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，151～160页。

③ 《辽史》卷46，《百官二》。

④ 《辽史》卷86，《萧和尚》。

⑤ 《辽史》卷47，《百官三》。

⑥ 《契丹国志》卷18。

⑦ 《辽史》卷101，《萧胡笃》。

十年(1041年)八月,"医者邓延贞治详稳萧留宁疾,验,赠其父母官以奖之"。[1] 当时太医的人数众多,耶律景贤曾提拔广伶伦、针灸之辈30余人。翰林医官李爽、陈秘等10余人曾被赐进士及第。[2]

太医的主要任务是负责皇室及其臣僚们的医疗保健工作,如在驸马行帐中有随侍医生。[3] 降辽的宋将冯从顺患病,"赐翰林名医,尽针饵之术"。[4] 有些高官退休回家,"仍召医署假一人从行"。[5] 当时太医院的科目已不可考,但《辽史·礼志》中有产医的记载。

在药政管理方面,朝廷南院官中有汤药局,设都提点勾当汤药,负责汤剂的调制。北院官承应小底局内,有"汤药小底"。[6] 辽代初年,后晋和女真经常给辽王朝进贡药物,这些药物可能都由朝廷管理。此外,辽、金、宋都有官方和民间的贸易往来,药材也是其中的一项。《辽史拾遗补》卷一载:"契丹主……以羊、马入贡,别持羊二万口、马三百匹来鬻,以其价市罗、纨、茶、药。"又《辽史》卷二九载:"女真以金、帛、布、蜜蜡和诸药材……来易于辽。"各民族的政权并存,医药交流是必不可少的。

2. 金代的医事制度与药政管理

金代因袭唐、宋的医事制度,在中央设有太医院。太医院的总领称为提点,官居正五品;有使,从五品;副使,从六品;判官,从八品。这些官员的职责是"掌管诸医药,总判院事"。院内下设十科,每科如够十人则设管勾一员;如不够10人,与别科并为

---

① 《辽史》卷19,《兴宗二》。

② 《辽史拾遗》卷10。

③⑤ 陈述:《辽文汇》续编,《[illegible]墓志》,《天庆二年萧义墓》。

④ 《辽文汇》卷5。

⑥ 《辽史》卷45,《百官一》。

10 人设一员管勾。管勾必须“以术精者充，不限资考”。太医分为三个等级，正奉上太医（120 月升除），副奉上太医（不算月日），长行太医（不算月日），十科太医的名额为 50 人。[①]

太医院的主要任务是为皇家、显贵服务。皇后宫中的服务人员中除了食客、饮官外，还有医官，由“尚药局、太医院兼”。[②]太后宫中有“医令，正八品；医丞，正九品”。太子有“侍药，正八品；奉药，正九品”。[③] 遇有外国使者来，“所差……汤药直长，长行各一，方脉杂科医各一，医畜一”。[④] 女官人官职中有“司药二人，典药二人，掌药二人，女史二人，掌医药”。[⑤]这说明皇家的医疗服务队伍是相当庞大的。

太医院还负责医疗人材的培养。据《金史·选举一》记载：“凡医学十科，大兴府学生三十人，余京府二十人，散节镇十六人，防御州十人，每月试疑难，以所对优劣加惩劝。”金代名医纪天锡“集注《难经》五卷，大定十五年上其书，授医学博士”。[⑥]

金代太医来源有三：一为考试选录，据《金史》卷五一载：“三年一次试太医，虽不系学生，亦听试补。”可见当时选拔制度还是较为严格的。二是皇上直接诏聘医术高明者，如名医刘完素，“章宗承安间（1196～1200 年）问征不就，赐高尚先生”。[⑦] 张从正曾于兴定间（1217～1222 年）被诏补为太医。[⑧] 此外，太医还可世袭，据《金史》卷五二载：“旧制司天、太医、内侍、长行虽至四品，如非特恩授文武官资者，不许用荫，以本人见充承应，难使系班故也。奉和二年定制，以年老六十以上退，与患疾及身故者，虽至

---

①②⑤ 《金史》56，《百官二》。
③ 《金史》卷 57，《百官三》。
④ 《金史》卷 38，《礼十一》。
⑥ 《金史》卷 131，《纪天锡》。
⑦ 《金源劄记》。
⑧ 俞慎初：《中国医学简史》，194 页，福建科技出版社，1983。

止官，拟令系班，除有习本业者，听一名，止一事者则不须习即荫。”太医例荫制度无疑提高了太医的地位，但也会影响了太医的质量。

金代太医的品位按旧制最高至六品。承安二年（1197 年）定制：“司天、太医、内侍官皆至四品止。”[①] 四品太医可授予文武资质。“司天、太医迁至四品诏换文武官者，荫一人”。[②] 太医以前自从六品而下止七阶，天眷（1138～1140 年）制，自从四品而下，立为十五阶：从四品有保宜、保康、保平大夫；正五品有保颐、保安、保和大夫；从五品有保善、保嘉、保顺大夫；正六品有保合、保冲大夫；从六品有保愈郎、保全郎；正七品有成正郎、成安郎；从七品有成顺郎、成和郎；正八品有成愈郎、成全郎；从八品有医全郎、医侯郎；从九品有医痊郎、医愈郎。[③]

金王朝在地方和军队还设有医院。《金史》卷五七记载：“东京、北京、上京、河东东路、山东西路、大名、咸平、临潢、陕西军统司、西南招讨司、西北路招讨司、婆迷路、曷懒路、速频路、蒲与、胡里改、隆州、泰州、盖州并同此，皆置医院，医正一人，医工八人。”这些医院的情况已无史料可考。

金代的医政管理也较完善，朝廷中有御药院。御药院有提点，官居从五品；直长，正八品，掌进御汤药。明昌五年（1194 年）设置。以亲信内侍充当。直长之下有都监，正九品，人员不限。都监下有四名泰和令及同监，从九品，不常除。[④]

与御药院并列的还有尚药局，其提点，正五品；使，从五品，由出职官内选除；副使，从六品，掌进汤药茶果。直长，正八品；都监，正九品；果子监、同监各一员，掌给受进御果子。本局还有本

---

①② 《金史》卷 52，《选举二》。
③ 《金史》卷 56，《百官二》。
④ 《金史》卷 56，《百官二》。

把四人。[1] 从记载看，可能是负责皇家的药物调配、煎煮、加工，并兼管茶果一类的部门。

金代除了中央的药政管理机构外，还设有为民间发放药物的机构——惠民司。[2] 惠民司的官员有：令，从六品，掌修合发卖汤药；直长，正八品；都监，正九品，有时还设丞一员。大定三年(1163 年)，“有司言，惠民岁入息钱不偿官使俸。上曰：‘此本欲济民，非官入息于监视药物，财费何足计哉？可减员而已。’”惠民司到金亡时一直发挥作用，如天兴二年(1233 年)八月“辛丑，设四隅和粜官及惠民司，以太医数人更直，病入官给以药，仍择年老进士二人为医药官”。[3] 此时离金亡只差几个月了。金代允许民间卖药。据金人元好问《续夷坚志》载，穰县王叟云：“今商贩家自临兆山外，以长耳负甘草来，尘垢粪秽，何所不有，卸之药肆中，随即剉以与人……”看来当时民间可以开药店。

女真族早在进入中原之前即与辽、宋有药材交易。金灭辽及北宋之初没有货币，就以药材作价向南宋赎地：“金人无聘币，伴使李侗自以乳香、白金等赎之。”[4] 宋金边界榷场，官方或民间的药材贸易往来十分频繁。南宋输入金境的有生姜、陈皮等。[5] 宋曾“于左藏库支给三分以上檀香三十斤”。[6] 从金境输入南宋的有甘草[7]、紫草、红花等。当时宋、金间贸易额很大，大定间（1161～1189 年），仅泗州场岁获五万三千四百六十七贯，承安元年(1196 年)为十万七千八百九十三贯五十三文，其中药物占很大比例，主要包括茶、荔枝、圆眼、金橘、橄榄、芭

① 《金史》卷 56,《百官二》。
② 《金史》卷 57,《百官三》。
③ 《金史》卷 18,《哀宗下》。
④ 《建炎以来系年要录》卷 1。
⑤⑦ 《三朝北盟会编》卷 149。
⑥ 《宋会要辑稿》第一百四十册。

蕉干、苏木、温柑、桔、生姜、栀子、犀象、丹砂之类。宋亦获利四万三千贯。[1]

金代女真族统治者较为重视医药事业，对医术高明者或奖励或诏聘。1190年，曾征聘天下深通医者。[2] 泰和八年(1201年)朝廷主持修成《泰和律义》，其中有《医疾令》。[3] 这些无疑促进了医学的发展。金代的医疗水平很高，西夏曾多次求医于金。[4] 金代名医辈出，也从侧面反映了金代的医疗水平。

三、卫生保健

契丹族和女真族都曾对中华民族的卫生保健起过重要作用。

1. 口腔卫生。1954年在内蒙古赤峰出土的辽驸马卫国的墓葬(959年)中发现了两把骨制牙刷柄，经有关专家测量鉴定，牙刷全长19厘米，刷毛部长2.4厘米，宽1.1厘米，有8个孔，分2排每排4个，孔附近还能看出用金属线结扎过的痕迹，所植毛束因年代久远已腐烂。刷柄呈圆形，与现代牙刷板不相似。[5] 1981年在内蒙古乌兰察布盟察右前旗豪欠营的辽墓中，也出土了类似的牙刷柄。这说明契丹族在一千多年前就极为重视口腔卫生，已经知道刷牙的好处了，这比欧洲要早600多年。

2. 经期卫生。在1981年内蒙古乌兰察布盟出土的辽代契丹女尸的墓葬中，发现了一件妇女专用的兜裆布（即现在妇女的月经带）。裆布略呈梯形，由绢和丝绵缝制而成。可知辽代契

---

① 《金史》卷57，《百官三》。
② 乾隆二十五年《泰安府志》卷27，《艺文》。
③ 《续资治通鉴》卷156。
④ 《金史》卷134，《西夏》。
⑤ 周宗岐：《辽代植毛牙刷考》，载《中华口腔科杂志》，1956(3)。

丹族妇女很注意经期卫生，已懂得使用月经带等卫生用品了。

3. 产后调理。契丹族妇女产后调理方法与汉族不同，产妇卧甘草苗，饮黑豆汤调盐①，或服酥调杏油。②

4. 温泉疗法。温泉治疗在北方各族中有悠久传统，契丹族用温泉进行保健治疗的记载较多。皇室贵胄们经常"幸温泉"："幸黎园温汤"，"幸温泉宫"。现在的北方少数民族如达斡尔人、蒙古人仍保留了这一传统。温泉疗法愈来愈受到人们的重视和欢迎。

5. 美容。契丹族妇女冬天常用栝蒌擦敷在脸上，用以防止风吹日晒对皮肤的损害，到春天时皮肤"洁白如玉"。因这种涂敷物呈黄色，契丹人称之为佛装。③

6. 端午习俗。每到农历五月初五，契丹人都要采集艾叶，与绵一同絮人衣中。国主要穿着这种艾衣，并赐给臣僚。这一天还要吃艾糕，喝大黄汤。④艾有驱蚊避虫的作用。草地蚊虫较多，端午后渐渐加速繁殖，穿着艾衣可防蚊虫侵袭，减少由蚊虫传染的疾病；大黄汤有泻火止痢的功效，可预防夏季肠道感染。虽然这只是一种习俗，但包含了一些卫生保健知识。

7. 预防措施。金王朝在选择武卫军时，必须经过体验。最初让应征者沐浴更衣即可，后来较为严格。泰和八年(1201 年)有臣奏："搜检之际虽当严切，故大定二十九年(1189 年)，已尝前故事，使就沐浴，官置衣为之更之，即可防滥，又不亏礼。"⑤金廷还注意对人多的聚集处采取预防措施。明昌六年(1195 年)

---

①③ 《辽史拾遗》卷 24。
② 《辽史拾遗补》卷 4。
④ 《辽志》，《端午》。
⑤ 《金史》卷 50，《食货五》。

春，章宗谕胥持国："河上役夫聚居，恐生疾疫，可廪医护视之。"[1] 宣宗修潼关时，"遣中使持诏及暑药劳夫匠"。[2]

8. 卫生设施。金代很可能已有了公共浴室，如前条军士入伍时，"使就沐浴"。《续夷坚志》卷二载：泽州一位针工叫一名走卒不要在沟壕中洗浴，而送给他洗浴钱，说："城中有浴室，请以楷背钱相助。"可见当时已有商业性浴室。金代还有公共厕所一类的设施。一次北兵围攻金的一座城池，金大臣乌陵用章"令随方隅置厕，兵入不得野溷……不野溷则无臭秽，疾病不生"。[3]

9. 居住情况。女真族很早就使用火炕了。据《金志》记载："女真人其居多依山谷，联木为栅，或覆以板与桦皮加墙壁……穿土为床，煴火其下，与寝食起居其上。"《三朝北盟会编》又载："环房为土床，炽其下，与寝食起居其上，谓之炕，以取暖。"中国北方气候寒冷，火炕的发明和使用，对促进北方各民族的健康，有着极为重要的意义，我国北方大部分地区至今仍藉火炕、火墙取暖。烧火炕时，燃料放出的烟从炕洞、烟囱中排出，热量留在屋内，使室内温暖清洁，大大改善了室内卫生条件。

10. 饮食。王世懋《瓜蔬疏》载："西瓜古无称，云金主征西域得之，洪皓自燕中携归。"洪皓《松漠纪闻》云："西瓜形如扁蒲而圆，色极青翠，经岁则变黄，其瓞类甜瓜，味甘脆，中有汁且冷……予携以归，今禁圃乡囿皆有之。鄱阳有久苦目疾者，曝干服之而愈，盖其性冷故也。"《本草纲目》记载，西瓜有生津止渴、解暑除烦、利尿止痢、清热利咽等功效。《随息居饮食谱》云：糖渍西瓜，可治目赤、口疮等。现代医学证明，西瓜对肾、心脏的疾病有一定疗效。西瓜的引进，对丰富我国人民的饮食，促进中华民

---

① 《金史》卷10，《章宗二》。
② 《金史》卷15，《宣宗中》。
③ 《南迁录》。

族的健康有很大意义。

11. 埋葬制度。女真人埋葬分为土葬和火葬两种。据《金志·初兴风土》载:“死者埋之而无棺椁。贵者生焚所宠奴婢、所乘鞍马以殉之。”[①] 当然“生焚奴婢”是残酷的奴隶制度的产物,但也说明女真人有火葬之习俗。据考古资料统计,到1980年止,全国已发现金代火葬墓近20多处,30多座,墓主有贫有富。火葬是一种较为文明的埋葬制度,现今仍在提倡。(牛亚华)

① 中华书局本《大金国志》附录二。

第二章　西夏的科技

西夏是以我国古代著名的羌系民族的一支——党项羌人为主，联合汉、吐蕃、回鹘等民族，共同建立的多民族地方政权，正式立国时间是公元1038～1227年，计190年。若从其先祖拓跋思恭于公元881年被唐王朝任命为定难军节度使的时候算起的话（从此世代相传直至建国），长达347年。西夏的疆域包括今宁夏、甘肃的大部分，陕西、内蒙古、青海的一部分，相当辽阔。它是我国历史上一个颇为重要的少数民族政权。

“党项羌”之名最早出现于《北史》、《隋书》，即我国历史上的南北朝末期。当时党项羌人游牧于今四川、青海、甘肃三省的交接部，唐时才北迁到陕、甘、宁一带，所以，研究西夏的科技史应溯源到这个时期。又，党项人与邻近的和境内的汉、吐蕃、回鹘等民族自古以来就有通婚、贸易、交流等密切关系，在汉等民族较为先进的生产力和生产关系的影响下，社会迅速发展，从而也吸收了其他民族不少的文化因素，形成独特的西夏文化。科技也是如此，不是闭关独创，而是借鉴其他民族的科技成果。

从现在资料看，西夏的科技总的说来虽然没有汉族那样发达，水平那样高，发展不太平衡，但是有些方面在当时颇负盛名，处于先进行列，甚至可能有能震惊中外的重大发现。有的则还比较落后。但基本上接近当时的水平。西夏文献、文物不断有新的、重要的发现。我们相信，随着这些文献、文物的陆续公布和论证确定，西夏的科技史必将逐步完善起来。

限于篇幅，这里先就西夏文化、天文历法、冶金与纺织和医药卫生四个部分进行简要论述。

第一节 西夏文化

西夏文化相当繁荣而又很有特色，主要表现在——有自己的文字和发达的语言文字学；儒学和佛教是西夏社会的两大精神支柱，在西夏文化中占着非常突出的地位。这也是西夏科技得以发展、传播和保存下来的重要条件。

一、语言文字学

西夏人原来使用汉、藏、回鹘等邻近民族的文字。为了建立政权，在建国前夕，由开国皇帝元昊发端、大臣野利仁荣演绎完成，创建了自己的文字，俗称西夏文。[①]迄今所知有6千多字。西夏文是仿汉字创制的方块字形，有点、横、竖、撇、捺、拐、提等笔画，有某些部首偏旁，运用会意、形声等汉文构字的六书法则，也有楷、行、草、篆等书体，也是音意文字。西夏文也有它自己的许多特点，有独特的构字法，如在合成字中有反切合成一类，即由两个已知字的音反切出一个新字的音，同时用这两个字的各一部分字素合成这个新字。[②]

西夏文字一旦诞生，西夏统治者马上雷厉风行地大规模培养人才，在全国范围内大力推广应用。有一首西夏文宫廷颂诗《颂师典》是赞颂西夏文字创造者野利仁荣的，其中说道："文字明星东方起，光辉文字照晚夕。招募弟子三千七，一一教诲成人杰。如今伊等科学业，历历在目遍全境。太空之下读己书，礼仪道德吾自立。"[③]有了文字，才有科学技术和文化的发展繁荣，显

---

① 关于西夏文的创制，有四种说法，另三种是：德明制字说，元昊制字说，野利迁乞制字说。其中，野利仁荣制字说证据较多。

② 陈炳应、史金波：《西夏文》，载《中国民族古文字》，中国社会科学出版社，1991。

③ 陈炳应：《西夏文物研究》，宁夏人民出版社，1985；《西夏书事》卷12："元昊既制蕃书，尊为国字，凡国中艺文诰牒，尽易蕃书。"也可佐证。

然，西夏人也认识到了这个道理。因西夏是多民族政权，所以同时使用汉、藏等文字。

迄今为止，原属西夏版图的几个省区都有西夏文书或文物、遗址发现。其他许多省区也有某些文物传世、出土。凡西夏的城镇堡寨，塔寺石窟，墓葬窑址，碑刻文书和各种质地的文物等，应有尽有，总数有一二万件，分别收藏于中、俄、日、英、法、美等许多国家和地区。其中，纸质文书和陶瓷等化工产品和钱币、印、牌等冶铸文物特别多；天文历法、农牧林水、机械制造、纺织建筑、医药卫生等学科的材料都有一些。[1]

西夏的语言文字学非常发达，辞书种类很多，大体是仿自汉族辞书，主要有：

《音同》。根据每个字的声母分类，全书发重唇音、轻唇音、舌端音、舌上音、牙音、齿头音、正齿音、喉音、单风音 9 类，共收西夏字 6000 多个，是迄今所知收集西夏文字最多的书。其格式是：根据每个字音读的声、韵、调的同异，按顺序排列起来，音同的列在同一小组内；每列出一个字(大写)，下面有一至四个字注释(小写)，与大字组成一个词，或用以解释大字的意思等。所以，虽然它是音韵辞书，但也提供了不少科技术语和信息。这部辞书编纂于 11 世纪，12～13 世纪又多次修订、出版，有几个不同版本，俄罗斯和我国都有收藏。

《文海》。先按声调分为平、上两大部分，然后按韵分类(平声 97 韵，上声 86 韵)。每个字条分为四个部分。第一部分是被注释字(大写)；第二部分分析这个字的字形结构(小写)；第三部分解释这个字的意思(小写)；第四部分注明该字的反切音读和同音

---

[1] 陈炳应：《西夏文物研究》；《西夏书事》卷 12："元昊既制蕃书，尊为国字，凡国中艺文诰牒，尽易蕃书。"也可佐证。

组的字数(小写)。因对每个字有较详细的解释,所以它提供的科技材料比《音同》多而详。《文海》编纂于 1124 年以前。同一类型的还有《文海杂类》、《文海宝韵》等。俄罗斯收藏。

《番汉合时掌中珠》。这是党项人与汉人互学对方语言文字的识字课本、音义对释的简便辞书。格式是:全书分为天、地、人三大部分,按此内容来安排词语。每个词语并列四行——中间二行是汉、夏文的意义对译;两边两行分别注明中间二行的读音(图 2.2.1.1)。学习起来很方便。它内容丰富,为研究西夏科技提供了比较系统的珍贵资料。该书是 1190 年西夏刻印司刻印的。俄罗斯收藏。



图 2.2.1.1

《杂字》。按事物分类编排,残存《天》和《地、人》两大类。下分:地、山、河海、珠宝、织品、男服、女服、树木、蔬菜、花草、谷物、

马、骆驼、牛、羊、飞禽、野兽、昆虫、爬虫、党项名、汉姓、党项姓、亲属称谓、人体、住室、食物、器皿、练兵、人名、历法等类。每类下面再详列本类诸物。如谷物类下列有:大麦、小麦,粟床,豆麻,秫米荞麦……稗……粳米、糯米……炒米、蒸米……豌豆,荜豆等。可以说是粗略的分类,但较全面,是研究西夏科技的重要资料。同类的辞书还有《三才杂字》,现存织物、名称、山、树林、花草等类。《要集》,残存器皿、乐器、花名等类。还有一本叫做《义同一类》的大型西夏文同义辞书,1189年出版,肯定会有不少科技资料。以上诸书均为俄罗斯收藏,可惜多未公布,暂难研究。

《圣立义海》。是诗体类书,大型的百科全书式辞书。全书分15章。第一章天体,讲天、日、月、星、行星、星座等。第二章天象,讲云、雨、冰、雪、雷、电、虹、风等。第三章是关于时间概念,如年、月等。第四章土地和山。第五章各种植物。第六章矿藏、农具、水、船、桥等。第七章禾稼、珠宝、织物。第八章衣服、饮食、饮料。第九章各种动物。第十章皇帝及其亲属、大臣。第十一章宗教、政府机构、军队和武器。第十二章城市、建筑、工具、器具、乐器、度量衡等。第十三章人事、等级。第十四章血统关系。第十五章男人、女人、穷人、富人等各类人。显然这是整个西夏社会及其知识水平的缩影,是研究西夏科技极其重要的文献。该书是1183年5月10日由西夏政府的刻印司刊印的。俄罗斯收藏,汉译本已出。

西夏的文学艺术也有较高的水平。迄今所知有西夏文《诗集》、宫廷颂诗、《三世属明言集文》、《忍教搜(寻)颂》、《新集金碎掌直文》、《贤智集》、《新集锦合辞》、《到贤》、《下人坐》和碑刻、表文等。这些作品的特点是:用字简练而又寓意深刻,韵律优美且情感动人,结构严谨又有细致描述,文句朴实富有民族特色,是我国文学史的优秀遗产之一。特别是,有些作品蕴含着西夏人的

科技知识和智慧结晶，试举《新集锦合辞》中的几个例子："冰消水现，云散月显。""鸟蹲，胸迎于风；鱼卧，头向着水。""山头树不冻，水中石不溶。""多风不动大山因山高，众水不盈大海因渊深。""两山中间麋出生，母腿长，子腿细；江河泽边蛙出世，母适中，子匀称。"仅从这几句谚语就可看出，西夏人对各种动植物的习性有细心的观察，甚至已有某些遗传学的知识。对于山、海、树、石、冰、水的特性、作用及其在不同环境中的不同现象，也有科学的认识。

二、儒学

因为西夏所占疆域原是儒学占统治地位的汉文化区，西夏前身的定难军更是中原王朝下面的建制，100 多年来奉行儒家的官制、礼制，辅佐西夏统治者的多是汉族儒士和受过儒学熏陶的少数上层人士，因此，儒学早就浸润着西夏文化，后来成为西夏文化的支柱之一，当然这是经过反复斗争的结果。可分四个阶段：

第一阶段（1038～1057 年），为了标新立异，扩大割据政权的影响，保持本民族的稳固性，西夏统治者公开声称要随"蕃性"之便，"教之功利"，"严以刑赏"，反对以儒家的礼义立国，并对原来的官制、礼制等各个方面做了改革，以胡礼蕃书抗衡儒学。但儒学已根深蒂固，又与其经济基础相适合，所以实际上仍是"称中国位号，仿中国官属，任中国贤才，读中国书籍，用中国车属，行中国法令"。连文字都仿自汉字，并翻译了儒家经典《孝经》等。

第二阶段（1057～1097 年），第二个西夏皇帝谅祚公开提出"不用蕃礼"，要"采用汉仪"，并向宋王朝求买儒家经典。但他死后，即被废止，又"去汉仪，复用蕃礼"。为此，第三个皇帝秉常与太后之间酿成激烈斗争，反儒的太后囚禁了皇帝。儒学又受挫

析。

第三阶段(1097～1124年)，儒学取得最终胜利，有的大臣公开提出"经国之谟，莫重于儒学"。1101年始于蕃学外建国学，有300人入学受教育。

特别是到第四阶段(1124～1227年)，儒学空前大发展。1144年在各州县设立学校，入学者猛增至3000人。又在宫中设立小学，7～15岁的宗室子孙均可入学，皇帝、王后亲往教导。1145年建大汉太学，皇帝也去祭奠先圣先师。1148年建内学，选名儒主持。1146年尊孔子为文宣帝，令各州郡建庙祭祀，尊崇超过中原地区。1147年立科举法，以《尚书》《五经》等儒家经典为科举取士的教材。1161年设翰林学士院，以名儒为学士。所有这些，大大加强了儒学在国家政治生活和社会生活中的主导地位。①

在西夏时期，译成西夏文的儒家著作很多，如《孝经》、《论语》、《孟子》等。西夏人也著有《论语小义》、《周易卜筮断》等儒学思想支配着的书、诗、文。《番汉合时掌中珠》序言中更提出“教则以仁利物，以救今时”的主张，要用儒学来教育人民，匡救时弊。实际上，儒学已渗透到每一个角落了。如审判中，严刑拷打都不能使凶犯开口，但一宣说《孝经》，犯人马上认罪服罪，可见儒学的威力很大。西夏人原来向以刚勇而自豪，可是西夏后期，人常以儒学教育自己的孩子。孩子从刚勇变成知书达礼时，全家就非常高兴，日夜祭神庆贺。显然，儒家的道德规范已潜移默化，改变着党项人的心理素质。儒学在西夏传播的深度、广度可想而知，以至到元朝时，西夏儒士成为恢复儒学的主要推动力量。

---

① 陈炳应：《西夏时期党项族与汉族关系试析》，《中国民族关系史论集》，青海人民出版社，1989。

儒学主要是宣扬"仁义忠信，五常六艺"的，即主要是用封建的思想、礼仪来维护人际关系和阶级统治。这思想体系对科技的发展不可能有很大的帮助。但是，它提倡"六艺"——礼、乐、射、御、书、数，有些属科技范畴；特别是儒学强调发展教育，发展文化，除学习儒家经典外，还应学习律、算、书、画、医等，对培养人才，传播知识，对印刷、造纸业的发展等，都有积极的作用。因此，儒学在西夏的发展，对西夏科技有一定的推动作用。

三、佛教

内迁以前，党项人只信仰"天"，他们"三年一聚会，杀牛羊以祭天"。[①]内迁后，又"笃信机鬼"[②]，崇拜的鬼神很多。[③]但最主要的宗教信仰是佛教。

西夏的统治区早已盛行佛教；西夏境内及邻近的汉、吐蕃、回鹘等民族也多信仰佛教；佛教的因果报应、寄希望于来生的理论，又很能使战乱纷纭、苦难无穷的西夏人民得到安慰，佛教也是统治阶级巩固统治的重要思想武器，所以在统治阶级的大力倡导下，佛教迅速在西夏传播、发展，成为显赫的国教，表现在：

在政府机构中，竟有"僧众功德司"、"出家功德司"、"护法功德司"3个宗教机构，并同处于第二等级的高位。还有"国师"等众多的僧职人员，权势很大。西夏开国皇帝元昊还强令以每个季度第一个月的朔日为"圣节"，全国官民必须"礼佛"，实际上是强迫全国信仰佛教。这在其他国家和民族中是很罕见的。

西夏国家和人民对于"释教，尤所崇奉"，所以大兴土木，"近

---

① 《隋书》卷83，《党项》。
② 《宋史》卷486，《夏国下》。
③ 《黑河建桥勅碑》，载《西夏文物研究》第二章。

自畿甸，远及荒要，山林溪谷，村落坊聚”，都在大修佛寺、佛塔、佛像，就地取材，什么材料都可以用，使“浮图梵刹，遍满天下”。[①]

大量翻译、刊印佛经，甚至皇帝、太后亲自带头译经，所以，从 1038～1090 年短短的 53 年中，就基本上完成西夏文大藏经的选译工作，共译出佛经 362 帙 812 部 3 579 卷。速度之快，史所罕见。有的佛经印数多达 10 万册。在隆重的宗教集会上，用夏、藏、汉等多种语言念诵佛经。以后又不断校订、补译、刊印。西夏文大藏经多数译自汉文《开宝藏》，部分译自藏文经，个别的可能直接译自梵文佛经。目前虽然还未见到西夏译的回鹘文经，但回鹘僧人在西夏译经中占有非常重要的地位。校订佛经时，又使用宋和辽、金的大藏经。[②③] 总之，西夏人对译经非常严肃认真。迄今发现的西夏文献、文物中，佛经数量最多。同时流传的还有汉文、藏文佛经。

西夏佛教有显教、密教二宗，细分起来又有几个不同宗派。佛经内容丰富，形式多样，有木刻版、活字版和手书的，纸张、版式、装帧多种多样，绝大多数印制精美，是研究西夏造纸、印刷的好材料。更值得一提的是，西夏文佛经中有我国现存最早的活字版印刷品[④]、连环画式图解本佛经[⑤] 和金、银书佛经等（图 2.2.1.2）。[⑥]

---

① 《凉州重修护国寺感通塔碑》，载《西夏文物研究》第三章。

② 史金波：《西夏佛教史略》，宁夏人民出版社，1988。

③ 陈炳应：《西夏文物研究》，宁夏人民出版社，1985。

④ 《埃里克·格林斯蒂德〈西夏文大藏经〉》，载《中国民族古文字、古文献研究信息》，1989(10)。

⑤ 刘玉权：《本所藏图解本西夏文〈观音经〉版画初探》；陈炳应：《图解本西夏文〈观音经〉译释》，载《敦煌研究》，1985(3)。

⑥ 西安市文管处等：《西安市文管处藏西夏文物》，载《文物》，1982(4)；陈炳应：《金书西夏文〈大方广佛华严经〉》，载《文物》，1989(5)。

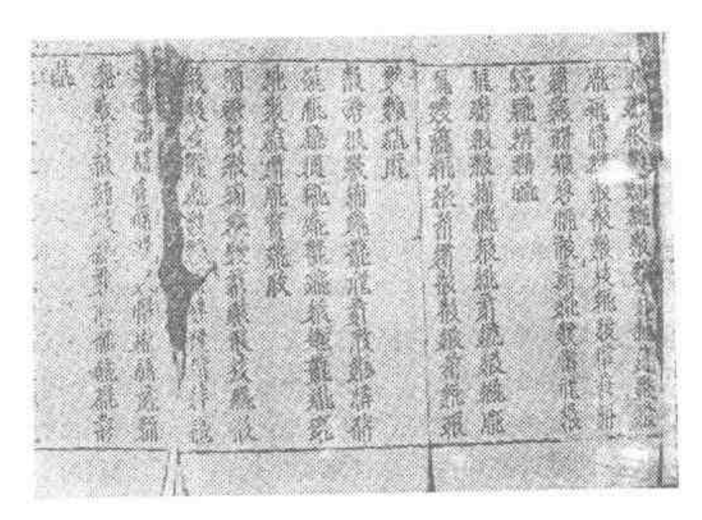


图 2-2-1-2　武威出土西夏文佛经书影

迄今发现的绘画、雕塑艺术品，大多数也是佛教内容的，如佛、菩萨、经变画、说法图、译经场、龙凤、花边、飞天等，其中不乏艺术水平较高者，如安西榆林窟壁画中的水月观音等。有的很有历史价值，如党项人、回鹘人的供养像，对了解这些民族的形象特征和服饰等是宝贵资料。又如榆林窟壁画中的唐僧取经图，是迄今保存下来的全国最早的取经图。

佛教的传播对西夏科技也有一定的推动作用。第一，通过佛教经典传入印度、西方的天文历法等科技知识。第二，佛经题记和碑刻中有些珍贵的科技资料，如西夏文《过去庄严劫千佛名经》的题记中记载，夏仁宗时期（1140～1193 年）"法雨普润天下，大夏为池"，即在干旱少雨的我国西北地区发生大雨和大水灾。又如《凉州重修护国寺感通塔碑》记载：1092 年凉州（今甘肃武威）大地震等，都是文献缺载的珍贵资料。第三，大量佛经的刊印，促进造纸、印刷术的发展。同时，迄今保存下

来的西夏石窟、寺庙、佛塔壁画、题记等佛教遗存，是研究西夏科技的重要资料。

第二节　天 文 历 法

一、溯源和机构

西夏的天文历法始于何时呢？迄今发表的文章、专著都认为：北朝末年到唐代前期，党项人在西南地区游牧，不知农业，只知候草木荣枯以记岁时，所以还没有天文历法。8世纪迁到西北地区后，开始农业生产，与汉族贸易、交流，这才逐渐产生天文历法。

实际上，党项人在西南游牧时就已有天文历法了。我们知道，天文历法是观测天象、计算、授时制历的科学。不管是哪个地区的人，从事什么生产活动的人，到处都可以看到：太阳不断东升西落，月亮圆缺有时，星象时有变化，天气冷暖转换，等等。这与生产生活有密切联系。游牧民族也不例外，太阳升起时放牧，太阳落下时睡觉；不断游牧迁徙要靠太阳、月亮指示方向和照明；冷暖变化影响牧草和牲畜生长等。恩格斯指出："……天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它。"[1]显然，人们对天文气象历来都非常重视，并慢慢地掌握一些变化规律，如太阳东升西落为一天，月亮盈亏一次为一月，冷暖变化一年四季一周期等。天文历法也就逐渐萌芽、产生。

党项人是有着悠久历史的西羌的一支，这在史籍上有明确记载。《新唐书・党项传》载："党项，汉西羌别种，魏晋后微甚，周灭宕昌、邓至，而党项始强。"认识到这一点非常重要，表明在北迁前党项人就经历了很长时期的发展过程，党项人的天文历法

① 恩格斯：《自然辩证法》，《马克思恩格斯全集》第20卷，523页。

也经历了长期的萌芽、发展。同时，党项人也早与外界发生了联系，它早与吐蕃、吐谷浑通婚，向隋王朝贡方物，酿酒的粮食也来自外界等，这也必然加速其天文历法的产生和发展。实际上，史书明确记载，北迁前党项人已有天文历法。

《北史・刘行本传》："时天下大同，四夷内附，行本以党项羌密迩封域，最为后服。"乃上表说党项人"独乖正朔。使人近至，请付推科"。推科就是推算、制订历法。中原的历法正式传入党项，此后得到很好发展。藏文文献《黄琉璃》载：松赞干布时，"自东方汉地及弭药获得工艺历算之书"。[①]弭药就是党项。偌大的吐蕃居然从中原和党项同时传入历算之书，可见，在唐初，党项人在使用、制订历法方面已相当有成就了。当然，北迁后会加速发展。

881年，拓跋思恭被唐王朝正式任命为节度使，成为唐王朝的行政建制，唐王朝肯定每年会给颁历法、通报天象变化等，这是秉正朔的大事，中原王朝首先要关心。到宋朝时，给西夏颁《仪天历》等，史籍有明确记载。

西夏建国前后，重要活动先要看天象情况，如1009年"出侵回鹘，恒星昼见，德明惧而还"。[②]可见天文历法在国家生活中占有极其重要的地位。

正式见于文献记载的天文专职人员有："占者"、"术者"、"司天"、"日者"、"占星"等。这些不同名称，有的可能是同一官职的不同称呼，有的则可能是专职分工的反映，如有观星的、观日的、占筮的、全面负责的等。中原王朝也有。

至于西夏的天文机构，文献没有记载，论者只能根据一些职

① 黄颢：《藏文史书中的弭药（西夏）》，载《青海民族学院学报》，1985(4)。

② 《宋史》卷485，《夏国上》。

官名称进行推测，因此歧见在所难免。有的认为上述“司天”应是司天监的官员，说明西夏设有司天监；又有“大恒历院”（或作“典礼司”）和“史卜院”，因而西夏有3个天文历法机构。有的则认为西夏原来只有司天监一个机构，后来又增设大恒历院，共有两个机构。

我们认为：西夏的“司天”是职官还是机构？目前尚难确断，暂从“司天监”说。史籍记录它的时间是1088～1139年。

“大恒历院”之名，出自西夏文与汉文合璧辞书《番汉合时掌中珠》。过去，我国只有手抄本，译意“典礼司”。但其音读却标作“大恒历院”，使人不得其解。因为，《番汉合时掌中珠》的编排方法是：音|意|意|音，即从右边数起，第二、三行为西夏文词组与汉文词组的意义对译，第一行是第二行西夏字的汉文标音，四行是第三行汉字的西夏文标音。这就便于西夏人与汉人互相学习对方的语言文字。而上述第三行的“典礼司”虽与第二行三个西夏字在词意上正好对译，但与第四行的标音“大恒历院”却不符合，很难解释。最近，《番汉合时掌中珠》两种版本影印出版，音意均作“大恒历院”，解决了上述第三、四行对音不同的问题，只是第二、三行词意对译方面有些难解之处。但是，我们应该尊重原著，既然原著译作“大恒历院”，我们就按“大恒历院”来理解。至于手抄本的“典礼司”依据哪个本子，“大恒历院”是否就是“典礼司”等问题，只好等待新资料出现再作讨论。中原王朝没有“大恒历院”这个机构，西夏这个机构的性质不明，因有“历”字，暂作天文历法机构看待。

关于“史卜院”这个译名，我们认为应稍作改译，（它出于西夏法典《天盛鼎新律令》）第一字意为“巫”，“占星家”，音“?”；第二字意为“算”、“历”等，音为“塞”；第三字意为“院”、音“讹”。直译为“占算院”。历书中有许多占算天象的

记载，所以这个占箕院应是天文机构，其音为“捷塞讹”也接近宋代天文机构“太史”局。

“大恒历院”和“占箕院”并存于西夏法典《天盛鼎新律令》，都属于第三等级的职官机构，时代是1149～1169年。

综上所述，西夏的天文历法机构可能是：前期有“司天监”，后期有“大恒历院”和“占箕院”。也可能是：机构一直是“大恒历院”和“占箕院”，而“司天”只是官员的职掌的名称。看来，“大恒历院”主要是制订历法，编制历书。“占箕院”主要是观测天象、预卜吉凶。

西夏已有了自己的天文历法机构和专职人员，为其独立进行天象、气象观测、授时制历打下了基础。

二、天象知识

西夏文语词中有“量虚空”、“周天”、“年年观天法”等，说明西夏也有一套观测天象的办法。

至于天象知识，《番汉合时掌中珠》提供了较为系统的资料，加上其他材料，概述如下。

关于“天”的多种名称和观念是继承我国的传统用法。

对于星空的认识，依次谈到：十一曜，二十八宿，丛辰，五神（或五兽），十二宫，以及特殊的几颗星和天河等。这里主要谈谈十一曜。

十一曜，即日、月、金星、木星、水星、火星、土星、紫炁、罗睺、计都和月孛。日、月和五大行星的运行轨道、速度、周期、光度及其变异、交会等，是各国天象观测和占星术的重要内容，是确定年、月、日、时、季节，编制历法和预卜吉凶的重要依据。中国以日、月、五星配阴阳五行，更为重视，历代史籍都有记录。实际上，西夏的木星（图2.2.2.1）、土星像等，全是中原人的面貌和服饰，显然这是中国传统因素在西夏的传播。但中国自汉至元，除

个别时期外，基本上未用紫炁、罗睺、计都、月孛这四个隐曜（又叫“四余”）。与西夏同时代的《宋史·天文志》也没有记载。按照现代天文学的知识，这“四余”都不是星。罗睺、计都是白道与黄道的两个交点；月孛是白道上离黄道最远的一个点，紫炁应是与月孛相对应的另一个点，二者一在黄道南，一在黄道北。[①]这四个交点，中国已有别的名称——“罗睺、计都已为正、中二交；月孛已为最迟行度，不烦更借他名。紫气一术，则亦皆知其无当矣”，认为“这是西国之旁门”。[②] 有的说：日月蚀“交初谓之罗睺，交中谓之计都”。[③]



图 2.2.2.1

实际上，罗睺、计都是经佛教经典从印度传入的。如一幅隋代的星曼荼罗画，就以罗睺、计都与日、月、五星合为九曜。其他二余来源不明。唐代李淳风作过月孛法，到金代重修大明历时（1167～1171 年），把四余全用上了。[④] 这样看来，紫炁和月孛似是中国天文学家提出的。

西夏使用四余也有个过程。在西夏文《大孔雀咒王经》中说

① 陈遵妫：《中国天文学史》第一卷，上海人民出版社，1980。
② 《月离历指》，转引自陈遵妫《中国天文学史》第一卷。
③ 《梦溪笔谈》卷 7。
④ [前苏联]聂历山：《西夏语文学》，1960 年莫斯科出版。下同。

到九曜："啊，阿难陀，还有九颗星，你要记住它们的名字。它们运行于星宿之间，能预兆痛苦和欢乐，衰败和繁荣，善和恶，它们是日、月以及火星、水星、木星、金星、土星、罗睺和计都。"[1] 这里只提到罗睺、计都，未提紫炁和月孛。这部佛经译于西夏前期，12世纪40年代又经校订，刊印，这应是前期的认识。到1190年《番汉合时掌中珠》刊印时，四余都写上了。西夏文《九星供养典》更把日、月去掉，代之以紫炁、月孛，也称九曜，四余也全有了，这应是后期的认识。这样，"四余"或齐备于西夏，很快传入金国；或先在金国产生，然后传入西夏。关键是《九星供养典》的编制出版时间，是在重修大明历之前呢？还是在其后？将来《九星供养典》公布后，会弄清的。

《九星供养典》对四余提出了自己的看法：

"势力足障日月光，	"威德炽盛照四河，
威德四种皆为藏。	势力最大却邪魔。
若要福禄富贵增，	福祸二口自照管，
为大罗睺重加赞。"	为大计都重加赞。"
"木之余气福德大，	"土之余气粗恶相，
巡行四洲永为福。	四洲四隅皆为照。
比见恶星令从顺，	常年巡行兆凶变，
为紫炁星重加赞。"	为月孛星重加赞。"

"罗睺"、"计都"来自印度。"罗睺"，梵语意思是"抓住"。在佛教产生以前的印度，相传有一个恶魔，在海洋强烈波动时，偷喝掉不死药，被善与光明之神昆瑟挲砍了头。但这个没有身躯的头并没有死，常把愤恨发泄到日、月去，抓住日、月使其昏暗（日

① 陈炳应：《天梯山石窟西夏文佛经译释》，载《考古与文物》，1983(3)。

蚀和月蚀)。[1] 也就是说,印度人认为日蚀和月蚀是罗睺星造成的。与中国天狗吃日、月的传说不同。从第一首诗可见,西夏人接受印度人的观点,认为是罗睺星障蔽了日、月的光辉,造成日蚀、月蚀,显然这是印度文化的因素。

聂历山认为梵文"计都"的意思是"光明"、"旗帜"以及异常的发光现象,即是中国所说的彗星。这个意见值得商榷。因为中国人认为:"彗星……见则兵起,大水,除旧布新之兆也。"特别是彗星中的"孛星",是"非常恶气之所生也,主大乱,主大兵"[2],是凶星。而西夏文诗认为计都能却邪魔,能照管祸福,应是吉星,与梵文的含义相同。西夏的"计都",也应是接受印度文化的因素。

聂历山认为,紫炁与月孛是中国人民增补的。这是可能的,前面已说到。再者,中国早有"孛星"之名,唐朝又有了"月孛法",而孛星是灾星,与西夏文诗歌所说相同。更值得注意的是,西夏人认为紫炁是木的余气,月孛是土的余气形成的,与中国天文学家所称"四余"的"余"相符合。显然,紫炁、月孛在西夏的流传,是中国文化因素传播的结果。西夏文诗对紫炁、月孛的记载是中国文献所罕见的,是很重要的资料。

三、占星兆吉凶

天象是人们天天接触到的,在生产、生活中有着非常重要的作用,所以人们在实践中逐渐摸索、总结,企图找出天象与生产、生活的必然联系和规律性,以利于生产和生活。在科学不发达的情况下,这种努力,有的找对了,如用以授时制历,以利农时;军队中用星星辨方向、时间等。有的却用天象变化以预卜吉凶等。

---

① 《西夏语文学》。

② 《宋史》卷52,《天文五》。

西夏法典中有“占星”一职，其职责是：每天观测星象变化，以预卜吉凶，决定军国大事以至日常小事是否可行。这虽是无稽之谈，但却保留下可贵的天象变化记录，值得重视。

各种文献中有关西夏记录的星象变化有60多次。其中记录：日食7次（公元998，1049，1049，1145，1155，1173，1223年各1次），日承气1次（1120年），白虹贯日4次（1042，1048，1112，1170年），两月并出1次（1020年），月犯岁星1次（1049年），月犯（或“没”）于井、鬼10次（公元982，1024，1025，1027，1043，1081，1089，1098，1105，1217年），太阴与太白并见1次（1213年），岁星犯井、鬼3次（1042年两次，1220年1次），荧惑入（或“犯”）井、鬼4次（1026，1032，1105，1223年），火星入南斗1次（1030年），荧惑犯太微1次（1205年），填星犯鬼宿两次（1032，1034年），太白昼见、经天6次（1081，1088，1110，1205，1209，1225年），太白犯辰星1次（1025年），太白犯填星1次（1035年），太白犯荧惑1次（1086年），太白犯井、鬼5次（1008，1126，1137，1139，1227年），彗星出现6次（1097，1098，1106，1144，1155，1222年），恒星昼见1次（1009年），流星7次（公元999，1003，1027，1034，1042，1056，1098年），景星1次（1006年），云气4次（1064，1204，1205，1211年），天鸣有声1次（1205年）等。下面举两个例子来看西夏占星术的情况。

日食7次，《宋史·天文志》都有记录，但《西夏书事》所记内容多一些。如1223年那一次，《宋史》记：“日食于轸。”《西夏书事》没有记日食方位，却补充“食既，声淡无光，兴庆府（今宁夏银川）城外大风拔木”等内容。其他几次，《宋史》只记“日有食之”几个字，《西夏书事》却加上西夏统治者的预卜吉凶和希望采取的禳却办法。如1145年6月朔，“日食于井”，西夏皇帝仁孝“下诏求直言”。1155年5月那一次“日有食之。越日，大风雨，雷电震

坏宫殿鸱尾。仁孝以天变，肆赦国中”。① 这表明，西夏的占星官独立观察到了，观察比较细致，并马上与现实生活联系起来。西夏人与汉人一样，认为日食是凶兆，是“阴蔽阳，食既则大臣忧，臣叛主，兵起”。所以每次日食都要采取一些措施，以便逢凶化吉。如果在日食的时候，乌云遮日，人们看不到日食现象，西夏人认为是把凶象化解了，值得庆贺。②这种观念，汉族似乎没有，值得注意。另一方面，从公元 982～1227 年，《宋史·天文志》记录的日食达 108 次之多，而西夏只保存 7 次的记录。有些日食可能是西夏观测不到的，自当别论。但有些则是西夏能观测到的，如 1163 年 6 月日食于井等，但西夏也没有记录。可能是西夏灭亡后史籍散失的缘故。

《西夏书事》卷四〇：1213 年春三月，“太阴与太白并见，相去仅尺余。”《宋史·天文志》没有记录。看来这是西夏独有的记录，宝贵的资料。

相反的情形也有，如《宋史》记录月食（包括当食而未食的）多达 240 次，这又是肉眼能看到、人人皆知的事，西夏却一条材料也没有，很奇怪，可能也与文献散失有关。

宋、元时期是我国历史上观测凌犯现象最盛行的时期，连许多不太重要的现象也经常注意观测、记录。西夏人受此影响，也多方面注意。它的占星技术、知识、观念，基本上是我国的传统因素，当然也有些佛典传人的外来因素。

四、历法

西夏自己的历法，史书没有详细记载，迄今发表的各种论著也未涉及，而只是谈到西夏使用的宋历。但从某些材料看来，西夏确实制定了自己的历法。

---

①② 吴广成：《西夏书事》卷 36。

西夏建国以前，服属于宋朝，使用宋历。但元昊称帝、建国前夕，对官制、兵制、礼乐、服饰、文字等全面做了改革，目的是要做到一王之兴，必有一代之制，强调新兴政权的独立性。与旧王朝示不相沿，在历法上更要进行改革，因为这是奉谁正朔，是独立还是附庸的大问题。到宋、夏和谈时，谈判的主要内容之一也是“秉正朔”。

西夏制订过自己的历法，根据是：《西夏书事》卷一八：“曩霄称帝，自为历日行于国中。”《宋会要辑稿·备边》记载，宋绍圣三年，西夏天祐民安七年(1096 年)十二月，宋枢密院言，诏闻西人最重年节与寒食，“兼以十二月为岁首，多是诸监军及首领聚会之时”。建议乘此机会派兵袭击西夏。这条材料说得非常真切可信！从上述材料可知，西夏自制历日，始于元昊称帝之时，到1096 年仍在使用(同时使用宋历)；它以十二个月为一年，以十二月为岁首，与宋历(以正月为岁首)、藏历(曾以麦熟为岁首)都不同。当然我们对西夏以十二月为岁首一说须持审慎态度，因为迄今发现的几份西夏历书都以正月为岁首，所以这有待新材料发表才能得到正确结论(《杂字》中有“历法类”)。

与此同时，西夏大量使用宋历。自庆历五年(1045 年)宋夏和谈成功，结束战争，建立臣属关系之后，宋朝就又不断地给西夏颁历。如 1089 年宋哲宗颁历诏书上说：“赐夏国主。迎日推策，校疏密于一周。钦象授时，纪便程于四序。眷言候服，作我翰垣。爰赐小正之书，俾兴嗣岁之务，布宣于下，共袭其祥。今赐卿元祐五年历日一卷，至可领也……”① 直至宋绍兴元年(1131 年)因为金国所隔，才停止颁历。可能也使用过藏历或藏族干支纪年，至少在西夏境内的藏族人民中使用，所以黑水建桥敕碑铭中就

① 戴锡章：《西夏纪》卷 19。

用“阳火猴年”的纪年法。

迄今所知的西夏历日7件，其中西夏文历日4件，汉、夏文并用的历日2件，汉文历日1件。① 可分为三类：

第一类，佛历，俄罗斯收藏一件，残存10面，每面8行，每行10字。上写“若于五月初五日日落黄昏时分九拜佛尊，可消释一千八百罪孽”等劝人信佛之语。佛历的格式内容未见公布。

第二类，观天记录，俄罗斯收藏一件，残存3面，每面9行，每行22字。第一页第一行大字书写“一月初一”，其后四行为草书解释字。第二页6至8行写1～12月的月份名称，并附草书小字解释。最后一行大字“年年观天法”。看来，这似是观天方法及其观测结果。

第三类，一般历日，见到内容的有两件。

汉、夏文并用历日，是斯坦因从我国内蒙古额济纳旗黑水城遗址发掘的，现藏伦敦英国博物馆。现将西夏文翻译如下。带□者是字迹模糊，据残存字形分析出来的。这份历日第一、二横行全用西夏文；第三、六行的数字用汉文的，二十四节气和干支用西夏文；其他五行的数字和干支全用汉文。残存五月至十二月的部分内容，最上面三横行的意思是：

六月，朔日甲辰，大，□宿，十二日大暑，二十七日立秋。

七月，朔日甲戌，小，参宿，十二日处暑，二十七日黑露。

八月，朔日癸卯，小，井宿，十四日秋分，二十九日寒露。

九月，朔日壬申，大，鬼宿，十五日□白露。

十月，朔日壬寅，小，星宿，一日立冬，十六日小雪。

十一月，朔日辛未，大，张宿，二日大雪，十六日冬至。

---

① 据悉前苏联孟列夫介绍过一些汉文历书，出自内蒙古黑水城，因未见到暂未列入。

腊月，朔日辛丑、小，轸宿，二日小寒，十七日大寒。

	十一	十	九	八	七	六			
小辛(轸)丑	大辛(张)未	小壬(星)寅	大壬(鬼)申	小癸(井)卯	小甲(参)戌	大甲□辰			
二小寒 十七大寒	二大雪 十六冬至	一立冬 十六小雪	十五□白露	十四秋分 二十九寒露	十二处暑 二十七黑露	十二大暑 二十七立秋			
十七(子)	二十丑	二十二(寅)	二十三卯	二十(辰)	十六巳	十八午	七未		
						二十申			
		廿癸			二十八辰	七巳	八巳		
			三巳	三午		二十七未	十五申		
		十六(亥)		一辰 二十三卯	七未 二十七午		二申 六未		
					十二酉 二十六辰				

根据每个月的朔日干支和大小月，经考定是 1047 年的历日①，也是迄今所知最早的西夏文文献。

这件历日二十四节气的名称和排列顺序基本上与我国通行的二十四节气表相同，只有两个稍有不同。一是“白露”，历日写作“黑露”；二是“霜降”，历日写作“□白露”。其原因可能是初期使用西夏文，译名与后期不同的缘故。历日中的十一月，写作“一一月”，与后来的写法也不同，也是这个道理。因此这份历日来源于宋历。

汉文历日，1972 年出土于甘肃武威张义乡，现为甘肃省博物馆收藏。残存七月至十二月的部分内容，先恢复如下(图 2.2.2.2)。

十二大 辛丑一大 危十七立	闰小 壬申十五小 虚	十一大 壬寅十五大 牛卅至	十小 癸酉十三立 斗二十八小	九小 甲辰十二寒 箕廿七降	八大 甲戌十一白 心廿七分	七小 乙巳十立 房廿五处			
七	九丑	八寅	九卯	八辰	七巳	五午			
	戌四顺		亥九退						
	八子		廿	寅十五	一卯				
戌									
丑廿五									

① 考释参看陈炳应《西夏文物研究》第七章。

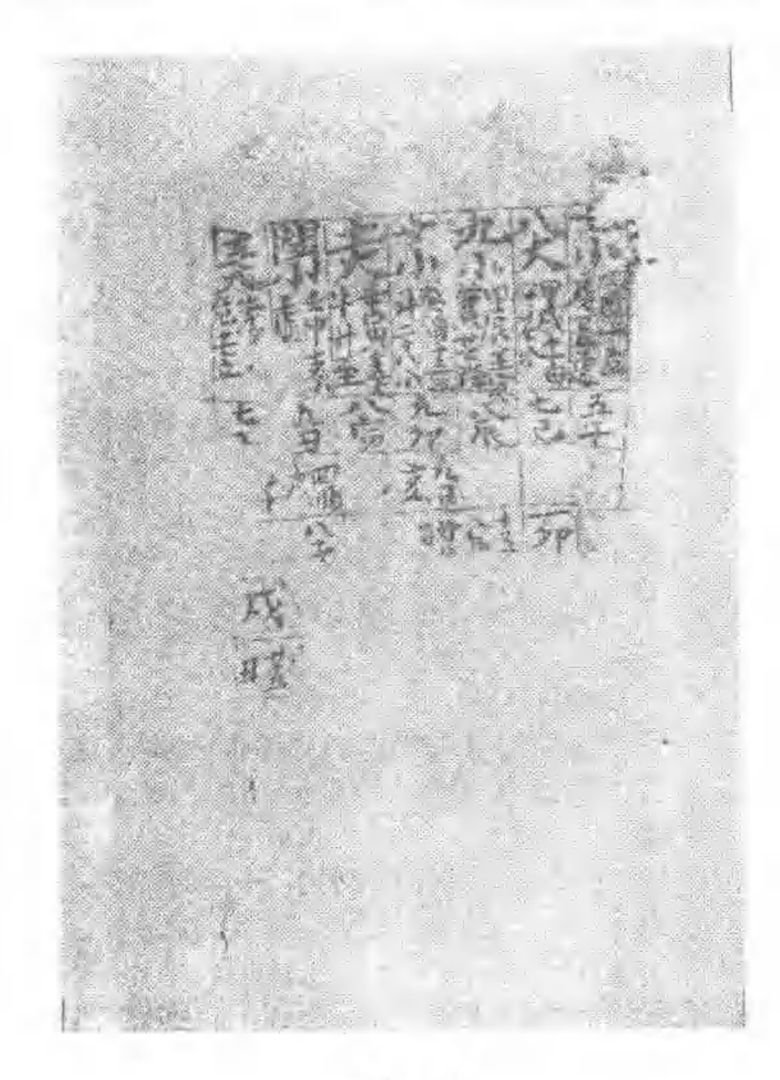


图 2.2.2.2

横行上行的意思转述如下：

七月，小，朔日乙巳，十日立秋，廿五日处暑，房宿。

八月，大，朔日甲戌，十一日白露，廿七日秋分，心宿。

九月，小，朔日甲辰，十二日寒露，廿七日霜降，箕宿。

十月，小，朔日癸酉，十三日立冬，廿八日小雪，斗宿。

十一月，大，朔日壬寅，十五日大雪，卅日冬至，牛宿。

闰十一月，小，朔日壬申，十五日小寒，虚宿。

十二月，大，朔日辛丑，一日大寒，十七日立春，危宿。

据考定是1145年的历日。[①] 二十四节气的配置，与我国传统的用法完全相符，因此肯定是宋朝颁赐的历日。

另外，还有一件历日，俄罗斯收藏，全是西夏文，详细内容未公布，但有些介绍：上面横行由右至左是正月至腊月。最右边的竖行自上而下是："己酉"、"柳"、"木"？"乾"、"日"、"木"、"火"……"金"、"水"……"首、字、无"……分别在十三个横行格内。(《民族史译文集》3)

西夏所用纪年法有三种：第一，天干地支一起用，如"人庆乙丑年"等。或只用地支，如"申年"、"亥年"等。第二，星岁纪年，如"天祐纪历岁在摄提季春廿五日壬子"，见于《夏国皇太后新建承天寺瘗佛顶骨舍利碣铭》。第三，用藏族绕琼法，如黑水建桥敕碑铭藏文部分用"阳火猴年"纪年法。

对于干支，西夏人也有独特的看法，如以"苗"字代表"甲"字，以"稼"字代表"乙"字，以"(明)火"字代表"丙"字等。可以看出，西夏人所用干支不仅仅是为了套用汉族纪年法，还输入了农业生产发展过程和生活知识因素。

① 详见陈炳应《西夏文物研究》第七章。

第三节 冶金与纺织

一、冶金铸造

西夏的冶金业颇为发达，并有了当时"世界第一"的产品和独特的冶炼技术、冶炼设备。下面分三个问题论述。

（一）冶铁

党项人何时开始使用、制造铁器，史籍没有明确记载。《新唐书·党项传》载：贞观年间，党项拓跋部首领拓跋赤辞在作战中使用"刀"，可能是铁刀，因为当时全国已普遍使用铁器。而党项人多次对外作战、劫掠，应与铁器接触过，因面这把刀应是外来的铁兵器。党项人可能已开始使用劫掠来或交换来的少量铁器。

到唐大和（827～835 年）中期，仍处于"器械钝苦，畏唐兵精"的落后状态。但已决心改变，"以善马购铠，善羊贸弓矢"。[①]有了较多、较好的钢铁兵器。如《宋史·夏国传》记载：拓跋思忠曾一箭射中铁鹤，"射之没羽"。实际上，购买钢铁兵器的行动早已发生，这才出现了贞元三年（787 年）唐王朝"初禁商贾以牛马、器械于党项部落贸易"的禁令。[②] 当然，由于唐王朝严禁兵器输出，党项人所得的钢铁兵器仍然不多。

随着时间的推移，党项人逐渐学会冶金铸造技术，境内又有原材料，冶铁铸造业也就发展起来。宋康定元年（1040 年）"设铁冶务于夏州"[③]，在州东，去河东麟府界、黄河西约 70～80 里处。茶山、兴州也有铁冶。中央政府设有"铁工院"[④]，掌管全国的冶铁业。当然，这是指西夏自己采矿冶铸而言。若以铁为材料进行

① 《新唐书》卷 221 上，《党项传》。
② 《唐会要·党项羌传》。
③ 《西夏书事》卷 14。
④ 陈炳应：《西夏文物研究》第五章、

加工，那就应开始得更早些，因为在此之前，西夏人已偷偷地到宋、辽境内"市金、铁"[1]，用以加工兵器和工具。

西夏境内也有冶铁所需原料和设备。

铁矿石，宋人有多处记载。如横山"有盐铁之利"[2]，银夏州可置"铁冶钱监"[3]，葭芦山以北"茶铁……饶"。[4]《文海》也明确认识到："矿石，料石也，铁种种宝生处也。"

煤（石炭）和木炭，是冶炼业的燃料和还原剂。最早用木炭，后改用煤。到宋代，北方多用煤，少用木炭；南方则仍主要用木炭。《番汉合时掌中珠》中并列有"松炭"和"石炭"，即木炭和煤。《文海》释"炭"："焚木使闷炭，燃料也。"其生产过程和用途与汉族相同。但西夏境内煤多，木材少，冶铸应多用煤。最近在甘肃武威发现的一批西夏文物中，有铜锭和煤，就是有力的证据。

炼铁炉，我国古代的炼铁炉主要有3种——块炼炉、坩埚炉和竖炉。文献中只记西夏有"坩埚"，可肯定有坩埚炉。坩埚炉虽然设备简单、易于操作、成本低、产量质量好、适于小规模生产等优点，但对于急需大量钢铁兵器和工具、农具的西夏来说，坩埚冶炼效率太低了。而我国古代主要的炼炉——竖炉（鼓风炉），早在战国，甚至更早时期就产生了，到唐宋时使用较为普遍。西夏人常成群结队到陕西、中原地区，肯定会接触到这种炼炉。何况西夏已有当时最为先进的鼓风设备，可以提高炼炉的高度，因此，西夏应已有了冶铁的竖炉。

活门木风箱。甘肃安西榆林窟第三窟的西夏壁画中有一幅珍贵的锻铁图，图中的风箱是活门木风箱。我国古代用皮囊鼓风。最早使用木风箱的记载是1044年成书的《武经总要》，但那

---

① 《辽史》卷18，《兴宗一》。
② ④ 李焘：《续资治通鉴长编》卷328，卷220。
③ 《宋会要辑稿》7649条。

是简单的木风箱，在一扇箱盖板前方安设两根推拉杆，由一个人推拉鼓风。到元代时，虽已发展到在一扇箱盖板上安4根推拉杆，由4个人同时推拉，鼓风量大增，但西夏的木风箱不仅形体大(比人高)，而且安上左右两扇箱盖板，由一人操作，两扇板轮流一推一拉，可以不间断地鼓风(图2.2.3.1)，更好地发挥木风箱的长处——增加风量，提高风压，使炉温升高，风和火在炉内穿透力强，从而加快冶炼速度，提高产量和质量。

条件完全具备了，西夏的冶铁铸造业发展起来了。西夏法典中有"铁钉匠"。由此可见，分工还相当细密。



图2.2.3.1

西夏冶铁产品主要是生铁，而不是块炼铁，因为《文海》记载："铁"，"矿也，使石熔为铁也"。又说："坩埚"，"熔用之袋"。都是把铁矿石熔化。至于说是什么生铁？是白口铁？灰口铁？麻口铁？还是韧性铸铁？需等待出土铁器的化验结果。

在西夏，铁的用途非常广泛，生产、生活用品，兵器都有。《宋会要辑稿》7 001条载，在甘肃榆中龛谷城西夏的"御庄"，"弓

箭、铁杆极多”。迄今出土的西夏铁器有铧、斧、剑、铁钉、刀、管、弩机牙、钱币、甲片、盘形器等。西夏冶铸技术比较高，产品比较精。出土的铁钱轮廓规整，文字清晰遒劲，制作精良，常为人们所称道。

（二）炼钢

我国的炼钢工艺有悠久的历史，就目前资料看，从春秋战国时期开始。炼钢技术也有多种，有块炼铁渗碳钢、百炼钢、炒钢、铸铁脱碳钢、灌钢等。这些炼钢技术，西夏人自然能接触到。但西夏人有自己独特的炼钢新技术。我们知道，上述各种炼钢法都以不断加热为基础，同时不断锻打、炒、淬火等。而西夏人却使用“冷锻”法。宋人李焘《续资治通鉴长编》卷一三二载：“今贼众（指西夏军队）甲胄皆冷锻而成，坚滑光莹，非劲弩不可入。”而宋军的甲胄却很软，不足当矢石。说明这种冷锻甲既坚硬又光滑发亮，一般箭矢射不进去，是我国当时最好的甲胄。沈括曾记载青堂羌用冷锻的方法制作的甲“柔薄而韧”，这种甲硬度极高，“去之五十步，强弩射之，不能入”。[1] 冷锻的方法在宋人岳珂《愧郯录》卷一三有一节“冷端甲”，专记此事：“杨大监简在戎监，尝得诸李尉府显忠之族子谓：甲不经火，冷砧则劲，可御矢，谓之冷端。遂言于朝，乞下军器所制造。时显忠之子师尹为知阁门事，实领是官，力辩其不然，文移互往复，其实工人惮劳费耳……”并引用宋臣田况的话说：“以朝廷之事力，中国之伎巧，乃不如小羌乎？由彼专而精，我漫而略故也。”看来，冶炼这种甲，不用加热，而只是反复锻炼。宋的使臣在西夏开国皇帝元昊的住处附近听到有千百人锻炼的声音，西夏冶炼业不仅规模大，而且专而精。

在此基础上，西夏人制造出一些有名的产品，除上述甲胄

---

[1] 《梦溪笔谈》卷19。

外，还有宝剑等。

宋代太平老人《袖中锦》一书列出当时的一些"世界第一"的产品，其中就有"夏国剑"，并说，别的地方怎么学也学不到手。这种宝剑名不虚传，连宋朝皇帝都佩带它，事见《宋史·王伦传》和《建炎以来系年要录》卷五："汴京失守，钦宗御宣德门，都人喧呼不已。伦乘势径造御前曰：'臣能弹压之，'钦宗解所佩夏国宝剑以赐……"宋人晁补之《鸡肋集》更记述这种宝剑的形状、装饰和锋利程度："……往年身夺五刀剑，名玉所攮犀札同。晨朝携来一府看，窃指私语惊庭中。红妆拥坐花照酒，青萍拔鞘堂生风。螺旋铓锷波起脊，白蛟双挟三苍龙。试人一缕立褫魄，戏客三招森动容。东坡喜为出好砺，洮鸭绿石如坚钢……"可见这种宝剑很是名贵，很有特点，相当锋利。在西夏八号帝陵出土一把钢剑，环首圆柱状柄，椭圆形剑格，剑身直长扁平，前锋急收成尖三角形，长 88.5 厘米，宽 4.5 厘米。剑身锈蚀。看来，夏国剑形式多样，当时虽很锋利，但似乎防腐性能不强。

（三）有色金属的冶铸

1. 铜、锡

铜在西夏也是重要的金属材料，出土的铜器有钱币、印章、符牌、小刀、佛像、镜、瓶、透空牌饰、牛，等等。其中，西夏帝陵 101 号陪葬墓出土的鎏金大铜牛，长 120 厘米，宽 38 厘米，重 188 千克，是大型铸件，而且造型生动逼真，雄健有力，鎏金匀薄。要铸造这样大型的器物，需要有比较大的熔炉或很多坩埚炉同时冶铸；陶范要有较高的强度和较好的透气性；要有较高的温度等条件。这件鎏金大铜牛的出现，显示了西夏铸铜工艺的高超技术。近年，在甘肃武威出土了西夏的铜锭和煤，是西夏铸铜业的重要物证。

但是，由于西夏境内缺乏铜矿，主要依靠从国外买铜，而周

围的政权又都禁止铜输出，这就影响了西夏铸铜业的发展。

在西夏文献中，除了有青铜、红铜外，还有"鍮"，即黄铜。甚至说："鍮……熔铜撒药为鍮也。"① 似乎西夏人已经掌握生产黄铜的技术，并已投入生产，实际上却不然。

黄铜是铜、锌合金。很早以前，因铜矿石中含有锌而炼出含锌的铜的事例是存在的，但真正认识人工生产黄铜技术，并有明确记载的，最早应是宋人崔昉《外丹本草》的记载："用铜一斤，炉甘石（含碳酸锌等）一斤，炼之，即成鍮石一斤半。"《宋史·食货志》也明确记载陕西仪州、商州等地区用黄铜铸造货币。但对出土宋钱化验的结果，却基本上都是青铜的，黄铜制品只有一例。②其他文物也罕见黄铜制品。可见，宋朝还极少生产黄铜。大约到明代，才真正用铜、锌炼黄铜，才有较多的黄铜制品。

西夏也像宋朝一样，只认识黄铜的生产方法并记录于文献中，但并未从事生产或极少生产，所以迄今未发现西夏的黄铜器物。对西夏钱币测定的结果，含铜 65.10%～83.16%，含锡 0.07%～9.7%，含铅 5.54%～34.37%，含锌只有 0.06%～0.98%③，也非黄铜制品。

《番汉合时掌中珠》记载有"锡"这种金属。西夏法典记载有"铅锡焊匠"，证明西夏还有铅、锡的加工工艺。

2. 金、银

西夏中央政府中有一个机构——"金作司"，还有"首饰院"、"舆辇院"、"世界工院"、"三边工院"、"文思院"等，应是管理金、银、铜等有色金属冶铸和制造统治者日常用品的机构。西夏法典还明确记载有的"金匠"已是专门职业了。

---

① 《番汉合时掌中珠》，《文海》。

② 戴志强、王体鸿：《北宋铜钱金属成分试析》，载《中国钱币》，1985(3)。

③ 牛达生：《宁夏贺兰山窖藏古钱理化测定报告》，载《中国钱币》，1986(3)。

《文海》记载："金……石中出，与铁同类也。""银……矿物中出也。"认识到金银也是从矿石中提炼的。西夏境内金银矿少，所以，除了宋朝每年岁赐外，他们还到处购买，致使宋朝"京城金银价贵"。[①] 西夏用这些金银去制作衣冠等，如外交使节"（头）戴金冠"；有的贵人"人马皆衣金"；制"金佛"；制"金涂银带"、"金饰头冠"、"金镀黑银花鞍辔"，等等。

但因资源缺乏，国家对其使用范围有严格规定。西夏法典435条："严禁诸官、僧侣、百姓拥有金刀、金剑、金矛、金马嚼、金鞍等。既不许用全金制作，亦不许用镀金制作……违律者当处一年苦役。举发者奖十缗(钱)。"436条："禁止任何人建房用金饰。违律用金者，按律依上述断例处理……"438条："用金和玉制作刀、剑、马嚼、鞍鞯、首饰之工匠和用金装饰宅第者，均获罪。有官品者罚一马，庶民杖十三。"439条："不许我朝任何人持有镶金或镂金的战具、御铭。(皇)亲之妻、女、儿媳，大臣之妻以及驸马、内宫骑手、校尉之妻等穿戴金饰玉嵌衣物应获特准。禁止其他人穿戴此类衣物……"[②] 可见原来是滥用金子的。

出土的金银器有莲花形金盏托、镂雕人物金耳坠、双鱼纹金剔指、银盒、碗、钵、发钗、银锭、葡萄纹金头饰、鎏金铜牛、鎏金甲片、嵌绿松石鎏金菱形莲花状银饰、银丝、金银泥书写的佛经，等等，制作精美。如内蒙古出土的镂雕人物金耳坠，长仅4.2厘米，重31克，但却分3层镂雕，中央是3个人像，上层3朵花，下层5花架，花芯镶嵌宝石。宁夏出土的银盒，圆形，上下有活轴连着盖和底，可自由开、合，很巧妙，显示了西夏人的科技才能和艺术才能。

---

① 《宋会要辑稿》6576条。

② E.И.克恰诺夫俄译、李仲三汉译：《西夏法典——天盛年改旧定新律令》，宁夏人民出版社，1988。

纺织中也用金银。《续资治通鉴》卷九四载：宋宣和四年(1122年)，金国使者庆裔到宋朝，宋徽宗"赐金线袍段。(庆裔)疑与夏国棉褐同，却而不受。"这说明西夏织的"棉褐"，与宋朝的"金线袍段"非常相似，可相媲美，应是用黄金拉成细丝，织到丝、棉、毛织物中去。西夏法典记有用"金缕绣"的衣服，即可为证。

在西夏战史中，有一个奇妙的故事。西夏人用"银泥盒"数个，包裹着100多只带响哨的鸽子，放在要道口。等宋军主帅和大队人马到达，打开银泥盒，鸽子纷纷在空中飞鸣。宋军莫名奇妙之际，埋伏的西夏军马上发起总攻，大败宋军。① 这里的"银泥"是什么呢？宋人江少虞《宋朝事实类苑》中的《鼍画流苏锡销》说：北方人叫"银泥"，南方人叫"锡销"。就是用白银装饰的衣裙。这说明，西夏还有织银或以银装饰衣服的工艺。

综上所述，西夏的金银铸造业主要是收买金银，重新铸造。它已成熟地掌握了铸、锻、锤、镂、拉丝、织金银、镂雕、抛光、切削、鎏金、镀金、贴金等技术，工艺相当精细。

敦煌莫高窟65窟的西夏文题记有一条重要材料："甲丑年五月一日，墨勒原籍凉州，为找料石，来到沙州地界……"② 料石即矿石。虽然不知道他们在找什么矿石，但这条材料告诉我们：西夏人为了发展冶金业而到处找矿；凉州(今甘肃武威)有冶炼基地。对研究西夏冶金业的分布等方面，颇有价值。

二、纺织

西夏的纺织业比较发达，特别是毛纺织业技术水平高。下面分毛、丝和麻棉染三部分论述。

(一) 著名的毛纺织业

---

① 《宋史》卷486，《夏国传》。

② 陈炳应：《西夏文物研究》第一章。

党项羌人是游牧民族，畜牧业是其主要经济部门，毛纺织原料丰富。当公元五、六世纪史书首次记录到它时，他们已能“织氂牛尾及羖䍽毛以为屋。服裘褐，披毡以为上饰”。[①]毛纺织业成为最普遍的家庭手工业。当时，生产力低下，其纺织技术充其量是用纺轮捻线，踞织机织褐。

北迁后，又经100～200年的发展，大有提高，除了每家每户纺织外，还有专门的“织褐匠”、“编织匠”，可能还有作坊。毛纺织业大发展。

第一，产量高，已投入商品生产。

《宋史·食货志》记载西夏与宋贸易的主要商品中，就有“毡毯”和“毛褐”。毛纺织业已经冲破了原来自给自足经济的束缚，成为商品经济中的重要环节。国内需求也激增，除民居帐篷和衣服外，还有大量的军用帐篷、护城毡、马毡，等等。从国内外需求量看，西夏毛纺织业非常兴盛，产量很高。

第二，质量好，甚至是世界之最。

西夏亡国几十年后，意大利旅行家马可·波罗到西夏故地额里哈牙，惊讶地看到：“城中制造驼毛毡不少，是为世界最丽之毡。亦有白毡，为世界最良之毡，盖以白骆驼毛制之也。所制甚多，商人以之运售契丹及世界各地。”[②] 这条材料很重要，它表明：西夏的毛纺织原料除了原来的羊毛、氂牛尾外，又增加了骆驼毛。西夏的骆驼很多，毛纺织原料更丰富了，西夏制毡技术高，质量精良，行销各地，为世界之最。

织金、织银的“棉褐”、“银泥”更华丽（上面冶金铸造部分已谈过）。

---

① 《北史》卷96，《党项》；《隋书》卷83，《党项》。

② 《马可·波罗行记》卷一第七十二章。

还生产毛或毛麻混纺的“氍毹”(毛布、地毯之属)。西夏文用“毛锦”二字来翻译这个词,表明这种毛织物有类似丝织品“锦”一样漂亮精细的纹饰,是高级毛织品。

据记载,唐朝末年,从西域传入甘肃一种纺织新技术,是用山羊绒织褐,轻松又暖和,“织方胜一匹,重才十四两”。西夏文辞书中有“绒”、“密(厚)绒”等词,说明西夏也掌握了这种织绒法,织造出这种高级的绒毛织品来。

不难想象,西夏应有较先进的毛纺织工具和技术,需要今后努力去发掘。

(二)颇有特色的丝织业

西夏每年从宋王朝得到“岁赐绢十五万三千匹”。应该说,西夏国内,特别是统治阶级消费的丝织品主要来自中原地区。但因西夏境内早已有了丝织业,又可在对外交流中学习别的民族的丝织技术,所以,西夏丝织业的规模、花色也不少(图 2.2.3.2)。

《杂字》丝织品条记录 14 种名称:“细纬、薄绢、绫罗、透贝、紧丝、纱帛、绡丝、谷纱、缣绢(?)、绫锦、彩帛、绯条(?)、灑绡(?)、羽□。”《番汉合时掌中珠》所记,除《杂字》有的外,还有:铺帛、绣锦、克丝。西夏法典中记有:绸、绫、氅、唐呢氅、丝、丽氅、绸氅、七珠丝氅等,而且是作为庞大军队中军功奖赏的奖品,数量很大,足见西夏丝织业的规模和花色品种的一斑。比较高级、有特殊风格的产品有:

“金锦”[1],这应是从回鹘族学来的。

“锦绮”、“织成锦”(纬显花织锦),作为向契丹的贡品[2],应是西夏自己织造的高级丝织品。

---

① 《马可·波罗行记》卷一第五十七章。
② 《契丹国志》卷 21。



图 2.2.3.2

绣龙帐①,达官、贵人所用之物。

将中原的诗、词织成"文锦"。②

从上述材料可知,西夏的丝织品有一般的粗绢、丝绸,也有高级的绫罗锦绮。纹饰有花草禽兽,也有诗词文赋和几何纹等,并加织金敷彩,绚丽多彩又富于民族风格。

西夏政府机构中设有"织绢院",应有较大的规模,严密的组织和较高的技术。有织经、织纬和络织技术。有织造出通经断纬的克丝,捻织金线的织金,花纹突起的透贝(即古之鹿胎)等新发明或较特殊复杂的纺织技术,是我国纺织史上的重要财富之一。

① 《续资治通鉴长编》卷 503。
② 《江南通志・文苑传》。

(三)麻棉染

麻纺织业早在原始社会时期就已有之,遍及全国。《番汉合时掌中珠》记载有“麻”,《文海》解释说:“麻者,麻草,可做纱布也。”① 西夏文献中的“布旗”,应即织麻布制品。

西夏的西邻新疆地区早在汉、魏时期就已种植棉花,并织以为布。甘肃紧靠新疆,传入种棉和棉纺织技术应较其他地区早一些。迄今所知,棉织品在西汉时已传入甘肃。所以,安西榆林窟的西夏壁画中画有棉花;《番汉合时掌中珠》中记有“白叠毛”一词;西夏又能织造“棉褐”。所有这些都证明,西夏已有棉花种植和棉纺织技术。西夏法典中有专职的“织布匠”,更可见其已有一定的发展过程和规模(包括麻布、棉布)。

西夏文献中记有“染红药”、“染青草”、“采湖蓝”、“彩绢”、“彩丝”、“彩帛”、“染色”等。元人马祖常《河西歌》更明确说到:“贺兰山下河西地,女郎十八梳高髻。茜根染衣光如霞,却召瞿昙作夫婿。”② 各种西夏人物画的衣服色彩艳丽、多样。所有这些都说明,西夏的纺织染色工艺有较高的技术水平。

第四节 医药卫生

西夏的医药卫生是多民族医药学融合的产物,很有特色,发展也比较快。

一、发展概况

党项人原来不知什么医药,发病时,或顺其自然发展,或请巫师送鬼。有时把病人搬到另一个房子去住,认为这样做能够摆脱病魔,称为“闪病”。③ 后来,有极少数上层人物的子弟到西藏、

① 史金波、白滨、黄振华:《文海研究》,中国社会科学出版社,1983。下同。

② 赵翼:《陔余丛考》卷42。

③ 《辽史》卷115,《西夏外纪》。

印度居住，学习医学，甚至成为名医。如 8～9 世纪的容杰，是吐蕃九大名医之一。咱米久翻译了医著《天竺集续及大释》。多杰朋著医书《广释》，并讲解过《八部》等。[1] 党项人开始接触医学，并有了杰出成就；进而通过长期的摸索，通过与汉、藏等民族长期相处、交流，汉、藏和佛典中的医药卫生知识传入西夏。西夏统治者也不断向其他政权求医求药。如 1063 年，宋王朝就“以……医书赐夏国，从所乞也”。[2] 这才使西夏的医药卫生较为迅速地发展起来。表现在如下几个方面：

在西夏政府里设有“医人院”，属第三等级，职位比较高。

在庄严的国家法典中对医学有许多规定：

“任何郎中或巫师若不能医愈病人或病畜并使其死亡者，则应退还治病所得报酬。但若病人或病畜治愈后又死亡者，则原应付之酬金应照付给。”

“配制御用药物有误，或错开药方，或错给（皇帝）服药，或皇帝错服药，均属过失，错者处绞刑，主司、总管处十二年苦役。若皇帝尚未服此药，则错者处十二年苦役，主司、总管处六年苦役。”

规定残疾人的范围——聋哑、侏儒、驼背、缺手短足、麻风病、癫痫病、双目失明等。这些人犯罪可以减刑，可以不当兵。[3]

这就加强国家对医疗卫生的管理，并使医人不敢疏忽大意。

医人的名称有：御医、御巫师、医人、巫师、接产婆等。可能还有兽医[4]和法医。在《番汉合时掌中珠》中讲了一个审案故事，其

① 黄颢：《藏文史书中的弭药（西夏）》，载《青海民族学院学报》，1985(4)。

② 李焘：《续资治通鉴长编》卷 198。

③ E. И. 克恰诺夫俄译、李仲三汉译：《西夏法典——天盛年改旧定新律令》，宁夏人民出版社，1988。

④ 1171 年，金主命“兽医”给西夏使臣的马驼看病。金有兽医，西夏也应有。

中有“医人看验”的验伤情节，应属法医范畴。由此可见，西夏医学已有一定的分科。

迄今发现的西夏医书、医方有：《治疗恶疮要论》，保存下来的有181面；《本草》；《千金方》卷十三、十四；治疗多种疾病的“紫菀丸”及其配制、服用方法；治马病的医方，治伤寒的医方等。[1] 多数是沙俄时期科兹洛夫在我国内蒙古黑水城遗址发掘的，至今未见发表和详细介绍，内容暂时不清楚。其他西夏文献也有不少记载，如《文海》有100多个辞条属于医药类，《番汉合时掌中珠》记录的人体解剖方面的部位有40项左右，都是很重要的资料。从这些文献可以看到，西夏的医药卫生已有一定的水平，而在治马病和对天花的认识上，可以说已居当时的先进水平。

二、人体解剖学和健身法

西夏人已有相当丰富的人体解剖知识，文献中提到的人体部位就有五官、膈膜、筋、骨髓等60～70项，并对许多器官、组织的性质、功能有了比较科学的认识。试举《文海》中几个例子。

“膈膜”，这个字由“内”字和“中”字的一部分合成。释义是：“肺命、心患及腹肠之依倚。”(17、123)“表皮”，释义是：“膜上有硬(皮)。”(52、152)可见对膈、膜的位置和作用有清楚的认识。

“腹”字由“胃”字和“肚”字的各一部分合成。释义：“腹肚也，胃也，腹肠粪便囊是也。”(56、252)“(畜)粪”：“牲畜草食在腹中则粪便谓也。”(75、121)这是对消化系统和消化作用的认识。

“腱”：“筋也，臂力威力出处是也。”认为人的臂力与腱有密切的关系。(91、252)

“肉粗”：“年老肉粗也，妇人生婴儿肉细也。”(41、252)注意

[1] 陈炳应：《西夏文物研究》第七章。

到了随着年龄和其他条件的变化，人的体质也会发生变化。

西夏人很注意健身，求长寿，现在所知的方法有三方面：

第一，强调环境的清洁安静。安西榆林窟第十五、第十六窟的长篇题记中就说：当时的榆林窟"雪水常流，树木稠林。白日圣香烟起，夜后明灯出现，本是修行之界，昼无恍惚之心，夜无恶境之梦"[①]，有利于修身养性和长寿。

第二，注意减肥。《文海》有两个辞条："脂"字，由"膏"字和"髓"字的一部分合成。释义："脂肪也，肥胖所致之谓。"(79、112)"使瘦"字，由"畜"字和"小"字的一部分合成。释义："使瘦，腹高使减肥胖之谓。"(杂 4、271)认识到脂肪的组成，脂肪太多造成肥胖，并对牲畜减肥使体格健壮有一定的办法。那么对人体的减肥似也应有办法。

第三，练气功"辟谷"。即锻炼着不吃五谷，甚至断水、食，使自己的身体成为封闭系统，与外界停止能量交换，从而清除腹中的污秽和寄生虫，减少脂肪等。道家用这种办法进行修炼，目的是长寿，并幻想以此成仙。西夏开国皇帝元昊的一个儿子宁明就从定仙山道士路修篁学辟谷法，因修炼不得当，结果气忤而死。[②]

党项人原来在高寒地区从事游牧生产，以肉食为主，身体高大健壮，以长寿著称。后来北迁，兼营农业，与外界交往也多了，可能传染的疾病也多，似乎寿命没有以前长。[③]通过上述种种努力，有利于延长寿命，有的高僧，活到 99 岁，仍然健在。[④]

---

①④ 陈炳应：《西夏文物研究》第一章，第七章。

② 《续资治通鉴长编》卷 160。

③ 据《隋书》《新唐书》记载：原来党项人"人寿多过百岁"，"八十以上死者，以为令终，亲戚不哭。少而死者，则云夭枉，共悲哭之"。后来的《番汉合时掌中珠》则说："人寿百岁，七十者稀。"

三、疾病与治疗

西夏人常把疾病的病因归结为“四大不和”，如《文海》13、111条说：“病”：“病患也，病也，疾病也，患也，病也。病也，四大不和之谓。”佛典认为，人体由地、水、火、风四大合成。四大调和，人就健康；若四大不和，人就有病。藏医则认为人体包括龙、赤巴、培根三大因素，三者是否协调是人是否健康的决定因素。汉族医学理论则有阴、阳、风、雨、晦、明“六气”说和“邪气”说（客观原因）等。所以，看来西夏的生理、病理理论主要来自作为国教的佛教经典。但对具体的疾病的认识和治疗，则主要是汉、藏民族和西夏自己的医学传统和知识。

文献中提到的西夏人的疾病及其症状有：血塞、脉阻、头发少、热病、呕吐、疯癫、傻、癣、疮、痘、疔、疖、昏迷、闷死、喉大、疝气、早产、晚产、小产、难产、痉挛、伤寒、驼背、遗尿、小便淋沥、癞病、肠绞、积血、浮肿、肺胀、肺病、下痢、耳聋、哑巴、双目失明、侏儒、缺手短足、烧伤、瞖眼、病羸瘦、瘴疫、麻风，等等。涉及内科、外科、妇产科、儿科、五官科等多种科目。我国早在周代时就有分科，以后分得更细更清楚。西夏也应有一定的分科。

其中记载最多的是癞疮病：《文海》和《音同》各有十多个辞条；《番汉合时掌中珠》谈到的疾病只有“患病”、“疖”、“恶疮”三项。“患病”是总称，具体的两个病名都属癞疮类；特别是西夏人之间赌咒，常以“男女秃癞”作为负约者的恶果报应去赌咒。迄今发现的极为稀少的西夏医书中，就有一本《治疗恶疮要语》，专治癞疮病。种种迹象表明，癞疮病是西夏人最常见的多发病，也是最令人害怕、厌恶的疾病，是人、畜的大敌。

关于癞疮病的具体症状，《文海》有些记述。如：“肿疮……肉心中出脐疮之谓。”（70、161）“瘪……鼻疮也。”（73、241）“疮蛆……疮中蛆生……”还分白癞、赤癞等等。西夏既有治疗癞疮的

专书，一定会有许多好医方，待该书发表后自会明白。目前只知道一个偏方，即《文海》杂 14、171 所录的“癞疮药”，用的是“松、柏、草、屎粪等之浆”，起清火败毒作用。类似的医方在同时代的汉族地区也使用，如《宋朝事实类苑》记载用海藻、青苔、紫菜疗颈瘤等。再从西夏境内出产的药材及其功效看，还应利用甘草、麝香等药。

特别值得重视的是，《文海》杂 2、271 记载：“疮”字，由“痘”字和“污”字的各一部分合成。释义为“疮者，出于人（身）则不愈也；出于畜（身）则愈也”。这种出在人身上自己不会消除，出在牛等牲畜身上能自愈的痘，应是现在人们所说的“天花”。西夏人这个发现是非常重要的（12 世纪初以前）。也许他们已发明了种痘防天花的免疫法（因材料缺乏，尚难确断），即使尚未发明，也为后来别人的发明打下了良好的基础。至迟到 16 世纪时，我国已发明了这种人工免疫法——“闻种痘法起于明朝隆庆年间宁国府太平县……由此蔓延天下……”[①] 而外国则要迟至 18 世纪末才发明出来。应该说，西夏医学对我国以至世界医学做出过积极的贡献。

对于其他一些疾病，西夏人也有某些科学的认识。如《文海》所记的一些病例：

血脉不周病：“血塞也，血脉病续断不通之谓也。”（15、122）并说此字由“霜”字和“病”字的各一部分合成，表明其症状是苍白无血色，像霜一样。同时也可看出，西夏人对血液循环已有一定的认识（汉族在春秋战国时已认识到）。

“疝”字，由“根”字和“风”字的一部分合成。释义：“根也，睾丸中风，病往来之谓。”（43、252）就是说疝气是由于睾丸中风而

① 俞茂鲲：《痘科金镜赋集解》卷 2。

引起的。

对于妇产科疾病记载尤多。西夏文中除上述的“早产”、“晚产”、“小产”、“难产”外,还有“堕胎”、“解胎”、“芬汁”(应是“羊水”)、“受胎之微形”,等等。对于“小产”这个字,西夏人用“不”字和“胎”字的各一部分合成。释义为:“落胎也,生时未满,胎散未成也。”(杂 18、211)即认为,小产的是胎儿未长成,或胎儿在成长过程中又因故解体了。加上“受胎之微形”,也许是有关胚胎学的研究萌芽。藏医学认为,藏族研究胚胎早于外国人,提出胚胎发育经过三个阶段:鱼期——龟期——猪期。西夏主体民族党项人与藏族同源,又较多地接受了藏医学,所以,对胚胎学进行研究是有可能的。

西夏人还认识到有些病是“常病”,即常见病、多发病,如《文海》38、162:“常病……病也,病重复为之谓也。”也认识到存在传染病,如《文海》78、262“传染”字,由“共”字和“传”字的各一部分合成。释义为:“传染也,传病也,染恶疮等之谓。”在细菌学出现之前,这无疑也具有重大意义。这种知识应来源于汉族。至迟在7世纪初,中原地区就已认识到了。

诊断治疗方面。西夏文有“诸脉”、“脉阻”等词,看来诊病也用望、闻、问、切法。汉、藏医的切脉都用寸、关、尺配属五脏六腑,西夏医学也应如此。

治疗有服药、扎针、手术和巫术等。

药有汤药、丸药、膏药、药水和单味药用植物等。

扎针不是针灸的下针,而是放血疗法。《文海》87、111:“扎(针)”字,由“病”字和“刺”字的各一部分组成。释义为:“病患处铁针穿刺使出血之谓。”藏族本医最早用放血、火、涂摩三种疗法。西夏的这种针疗,应来源于藏医中穴位放血疗法。

手术。西夏文中有“破瞖”一词,应是用手术治疗眼疾,可能

与南北朝时期用金针拔内障的办法类似。

巫术。西夏的医学仍比较原始，仍含有巫医成分，如西夏文中有“结染色缕，系病人身”的做法。

四、治伤寒的医方

上述各种疾病和治疗方法，因文献缺乏，无从详知。幸好甘肃武威出土一件西夏文医方，才使我们对西夏的医学可能做更深一层的了解。

先将医方翻译如下：“……弃除……好好煮，频翻动。水减半时，重新加水煮。熟时，别盛小腹□▩。于清晨空腹时，将此汤原滓出之药□□腹□，搅匀温热，每次一匙，趁热服。有则宜温好秫米(粥)，亦当每次服一(匙)，频频常服，则伤寒悉除也。此乃厚罗辛麻(汤)治疗伤(寒)要论也。○治除百种伤寒，长寿头发……(此药制作)牛膝、茛菪子等数种，研为粉末，搅于面糊中，做成豆(粒)状，于空腹时，每次十粒，温水送下。○治寒气方，花椒皮，于翌晨空腹时，(取)新冷水，服二十一粒，面东……”此医方前后残缺，从现存部分看，有三副药——汤药、丸药和单味药用植物(图2.2.4.1)。

汤药是厚罗辛麻汤，治伤寒。即用厚朴、罗勒、细辛、麻黄四味药煎制。厚朴、细辛、麻黄三药，自古以来就使用，武威汉代医方简中可以找到很多例证。罗勒虽较少用，但在宋代的《嘉祐本草》中也已应用。这4种药的功效可分为两大类——厚朴、罗勒是芳香化湿药；细辛、麻黄是辛温解表药。由此可见，这个医方主要用于治疗寒湿症，起化湿、祛风寒、行气、导滞、平喘、止痛的作用，正与治疗伤寒病相适应。中医认为，这四味药主要是治疗因体质不好、不注意饮食卫生、又患感冒而引起的肠胃寒湿症的。所以，从实质上说，把西夏文医方中的疾病名称译为“寒病”方(西夏文直译)也是对的。当然，考虑到我国古代医药书上习惯用



图 2.2.4.1

“伤寒”一名代表与热病、温病相对的一切外感风寒症，其病理均依据张仲景的《伤寒论》；又同时发现的汉文文书中有“伤寒”一词，所以，从译名上译为治“伤寒”方较为合适。

丸药。医方上明确写“治百种伤寒”，所用的药只写牛膝、莨

菪子两种。虽然古代的医药书中很少用这两味药治伤寒病，但也不是绝对没有。宋代庞安时《伤寒总病论》记载用“鳖甲恒山汤”治伤寒，其中就用“牛膝三分”。金代刘守真《伤寒标本心法类萃》中有一个药方，叫做“无价宝”，又叫“壮阳丹”，所用药中也有“牛膝一两”。著名医著《本草纲目》也写明牛膝可治寒湿症。至于莨菪子，其功效温中散寒，止泻止痛，治寒症也是适应的。

治寒气方只用花椒皮一味药。花椒有温中止痛的作用，用于治疗心腹冷痛，寒湿泄泻及风寒湿痹，肢节疼痛等病，即中医所说的胃寒病，正与医方所说的治寒气病相符。这种药到处可以找到，又很省钱，是大众化的医方。[1] 据了解，上述寒湿症仍是武威地区的一种常见病，多发病。西夏人抄写这些医方，说明这种病已有相当长的历史了。或许它对现在治疗这种病还有一定的参考价值和现实意义。

五、兽医和药材

西夏的主体民族党项人和西夏境内的吐蕃、回鹘等少数民族，主要从事游牧和畜牧业，历史悠久。畜牧业在西夏经济中占有非常重要的地位，畜产品是西夏主要的出口商品之一；特别是马，更是宋朝急需的战略物资。总之，西夏必须非常重视畜牧业的发展，从而必定非常重视兽医学。《文海》记录的畜病不少：

“马蹄疮”：“马脚上长疮也。”这个字由“烂”字和“著”字的各一部分合成。可见此病是先在马蹄上长疮，而后溃烂(53、141)。

“马病”：“马染病之谓。”这个字由“死”字和“马”字的各一部分合成。可见，这种病非常危险，常造成马匹死亡(杂 15、251)。

“疮”：“骆驼之胁烂疮也，马之腿疮也。”这个字由“疹”字和读音为“波”的字合成。可见这种病是先在骆驼胁和马腿上出疹，

① 陈炳应：《西夏文物研究》第七章。

后溃烂(55、251)。

"牛疮":"疥癞疮,牛身出疮之谓。"这个字由"疹"字和"成"字的各一部分合成。是牛身上长着很多斑疹(60、241)。

"牛病":"牛患病也。"这个字由"害"字和"寿"字的各一部分组成。说明这种病危害性较大,常会使牛早死(79、122)。

"癞":"癞疮也。人头、牲畜等出癞也。人身上出则谓癞。"这个字由"皮"字和"疥"字的一部分合成。显然是皮肤上长疥,变成癞(74、232)。

"鼻疮":"牲畜、野兽鼻疮也,又与人之鼻疮相似也。"(88、141)

从上举各例可知,西夏人对牲畜疾病的部位、症状、危害程度等都有明确的认识。对牲畜经常接触的各种草,也能鉴别和认识。例如,发现肃州(今甘肃酒泉)山里长着一种毒野草,会使牲畜四蹄溃烂[①],因而也应有预防和治疗的办法。上述用松柏草屎粪浆治癞疮的偏方,也应适用于牲畜。治马病方中可能会有更全面的介绍。据记载:西夏灭亡后,西夏人昂吉儿成为蒙古兵的将领,随蒙兵征伐南宋的淮南地区。因天气热,军中马多发生癞病,别人无法医治,唯有"昂吉儿能愈之",每年治愈病马"万计"。[②]这充分说明,西夏的兽医学不仅在西夏时期培育出很多很多的良马来(当然还有别的因素),而且在元代时也大显过身手,可以说,在当时是处于先进行列的。

西夏出产的药材很多很好,并作为主要商品输出国外。《宋史・食货志》记载:宋"以缯帛罗绮易(西夏)驼马牛羊、玉、毡毯、甘草;以香药、瓷、漆器、姜桂等物易蜜蜡、麝脐、毛褐、羱羚角、硇

① 《马可・波罗行记》卷一第四十三章。

② 《甘州府志》卷11。

砂、柴胡、苁蓉、红花、翎毛……"其中的甘草、蜜蜡、麝脐、羱羚角、柴胡、苁蓉、红花,就是重要的药材。西夏的药材对全国医药学的发展做出了不可磨灭的贡献。

当然,总的比较起来,西夏的医药学水平要比中原地区落后一些,所以,上层人物一遇重病,就要向宋、金等政权求医求药。不过,这也进一步促进了各民族医药学的交流。

(陈炳应、石中琦)

第三章　蒙古族与元朝政府的科技

元朝是以蒙古族为主体的一个封建朝廷。元朝的建立,结束了长达几百年的分裂局面,使全国统一于集权的中央之下。在促进封建经济发展、民族融合以及中外经济、科技、文化交流方面,元朝也做出了应有贡献。在元初,北方地区的社会经济残破不堪,生产衰落。以忽必烈为代表的蒙古统治者为了迅速扭转这种经济落后局面,首先从重视农业入手,并制定了一系列相应的政策与措施,在十几年中就使社会经济走上了恢复和发展的道路。特别是在开发边疆少数民族地区经济方面,元朝政府尤为重视,并把其纳入中央地区日益发达的经济总体之中。屯田、垦荒、置驿、开河、兴办手工业、鼓励商旅往来,使边疆各民族的经济都得到了空前发展。幅员辽阔的元朝,驿站、河运、航海等极其发达的水陆交通,使得商业活动、文化交流等出现前代不曾有过的繁荣。

在我国历史上,元朝科技的进步,同元朝政府的科技政策、蒙古民族在科技方面做出的成就是分不开的。本章就这些问题分四节介绍。

第一节　蒙古族的兴起与科技政策

蒙古,原是北方一个游牧部落的名称,最早见于《旧唐书》,当时称为"蒙兀室韦"。在宋、辽、金时期的汉文史籍中,又有"朦骨"、"蒙古里"、"盲骨子"、"蒙古"等许多不同音译的称呼。在《蒙古秘史》中则记为"忙豁勒"。

蒙兀室韦原来居住在也里古讷河(今额尔古纳河)流域。大

约公元9～11世纪，一部分逐渐西迁，到了斡难河（今鄂嫩河）、怯绿连河（今克鲁伦河）和土兀剌河（今土拉河）三河的上源和不儿罕山（今蒙古国肯特山）东部，分成叫做尼鲁温蒙古（意思是出身纯洁的蒙古人）和迭儿列斤蒙古（意思是一般的蒙古人）两大分支。[①] 这两大分支各自有几十个部落，如尼鲁温的孛儿只斤部、札只剌部、泰赤乌部、散只兀部、哈答斤部，迭儿列斤的兀良哈部、弘吉剌部等。两大分支合起来称为合木黑蒙古——全体蒙古人。

公元11～12世纪，大漠南北，东起呼伦贝尔草原，西到阿尔泰山，北至叶尼塞河、贝加尔湖、额尔齐斯河，南至阴山山脉的广阔区域内，分布着蒙古各部及其蔑儿乞、塔塔儿、克烈、乃蛮、汪古等部落。这些部落受地理位置、经济发展等因素的限制，大体被分为"林木中百姓"和"有毡帐的百姓"。[②]

"林木中百姓"，大多居住在东起贝加尔湖之东，西至额尔齐斯这片绵长多山的森林地带。他们主要从事狩猎业，并以捕捞和采集为补充。这些森林百姓基本不会饲养牲畜，仅会驯鹿以用作驮载工具。他们住的是用木棍做支架、树条及桦树皮编成的棚子（也叫窝棚），缝兽皮为衣，吃野牛、羊肉，渴时便割取桦树皮，饮用桦树上流出的一种类似甜乳的汁液，间或采野果充饥。冬天善于用一种叫"察纳"的滑雪板代步，用雪橇拖载猎获品等。[③] 他们轻易不出森林，不习惯森林以外的事物。但是迫于生活的需要，他们有时用兽皮去交换游牧民的畜产品。在邻近游牧民的影响下，经济结构逐渐发生变化，开始有少量马匹，主要供狩猎使用，以后便逐渐向游牧生活过渡。

①② 《蒙古族简史》编写组：《蒙古族简史》，11～12、15～16页，内蒙古人民出版社，1985。

③ 拉施特：《史集》，第一卷，第一分册，203页，商务印书馆，1983。

“有毡帐的百姓”,则依次居住在东起大兴安岭,西到阿尔泰山这一大片地势比较平缓广阔的草原地带。畜牧业是他们的经济支柱。他们畜养的牲畜是绵羊、山羊、马和牛,少数部落也养骆驼。绵羊和马是最主要的牲畜。绵羊所产的肉、皮毛是日常生活的必需品;马是游牧、狩猎和作战时必备的乘骑,马乳发酵后制成的乳(马奶酒)是极富营养的饮料;牛除供肉食和奶之外,还用来挽车。他们居住的是毡帐。

从公元11世纪末起和整个12世纪的100多年间,蒙古社会经历了一场重大变化。随着蒙古氏族社会的解体和畜牧业的发展,各部落间为争夺牧地、牲畜等进行了频繁的战争,出现了贫富分化。过去那种氏族成员间的平等关系已被阶级关系取代。有“伯颜”(富人)和“牙当吉·古温”(穷人)之分。并逐渐形成了被称之为“那颜”(官人)的游牧贵族以及受压迫、受剥削的“哈剌抽”(平民)和处于社会最底层的“孛斡勒”(奴婢)。

蒙古新兴贵族的出现以及他们为追逐政治、经济权力而发动的战争,金朝在北方统治的影响,使“天下扰攘,互相攻劫,人不安生”。[①] 战争和掠夺破坏了社会生产,给人民生活带来了严重灾难。人民厌恶战争,渴望和平、统一。正是在这种需要英雄出现的时刻,“一代天骄”成吉思汗出现了。他顺应了历史潮流,完成了统一蒙古诸部的事业。

成吉思汗名铁木真(1162～1227年),出生在属尼鲁温蒙古的孛儿只斤氏贵族家庭。父亲也速该曾是大多数蒙古部落的君主。铁木真9岁时父亲被人害死。从此,铁木真在艰苦的条件下,开始走上了他雄心勃勃、统一蒙古的路程。公元1189年,乞颜氏的贵族们推举铁木真为汗。这不仅增加了他的威望,而且也成为

① 《蒙古秘史》,第254节。

他夺取更高权力的重要阶梯。铁木真充分显示了自己的政治和军事才能,取得了一个又一个胜利。到1204年战胜乃蛮部后,铁木真统一蒙古各部的大业就基本完成了。

蒙古各部的统一,打破了过去各部之间长期的割据状态。不但形成了地域的共同性,实现了彼此之间的交往、融合、相互吸收,而且促进了经济文化联系和共同语言的使用,为蒙古民族共同体的形成奠定了基础。从此,“蒙古”这一名称成为原来各部的共同名称。[1]

公元1206年,蒙古各部在鄂嫩河畔举行大聚会,推举铁木真为全蒙古的大汗,号“成吉思汗”(史书称为元太祖),建立起蒙古国家——也客·忙豁勒·兀鲁思(大蒙古国)。从此,蒙古国又走上了“西征”、“南下”——以军事活动统一全国的历程。

从此,在70多年(1206～1279年)的时间里,经过成吉思汗、窝阔台、贵由、蒙哥及忽必烈等蒙古大汗的争战,蒙古国先后灭辽、夏、金、南宋,降大理、吐蕃,完成了统一全国的大业。这就是我国少数民族建立的第一个全国性封建朝廷——元朝。元朝的建立,形成了我国历史上空前规模的大统一局面。

从成吉思汗建立蒙古国到元顺帝(1206～1368年)出亡的160多年里,蒙古族统治者为了繁荣和发展以蒙古族为主的社会经济,巩固其统治地位,制定并实施了许多政策(包括一定的科技政策和措施),大大促进了生产力的提高,经济、军事、技术等优于邻邦或超过前代,从而出现了蒙古国的异军突起和元朝的经济、文化等各方面不仅没有倒退,而且在前代基础上又有了更大发展的新局面。

---

① 《蒙古族简史》编写组:《蒙古族简史》,36页,内蒙古人民出版社,1985。

一、建立千户制

这是成吉思汗时期建立的一种军事性质的管理制度。成吉思汗即位后不久，便在整个蒙古高原普遍推行1204年初建的千户制，即把全蒙古部众划分为数十个千户，由有功的臣僚领导，上属万户，下领百户、十户（以十进制方面进行编制）。这是以基本军事单位和地方行政单位融为一体的组织。作为军事单位，要求千户内15岁到70岁的男子无论出身贵贱，必须服兵役；作为地方行政单位，千户所属居民都要在指定的牧地范围内居住，登名造册，接受统一管理。这就是"上马则备战斗，下马则屯聚牧养"[1]，即战争时是兵，和平时是民的"全民皆兵"政策。

二、驿站的实施

驿站也叫站驿、站赤，是蒙古国及元朝时期发挥重要作用的一种带有交通、通讯性质的制度。主要作用是传递信息为中央"通达边情，宣布号令"等。成吉思汗时，就仿效中原的驿传制度，在境内设置驿站。窝阔台时期，驿站有了较大发展。到元代，全国遍设驿站。据《经世大典》（1331年）记载，驿站总数达1500多处（不包括西北诸汗国的驿站），构成以大都为中心的稠密交通网。驿道连接四面八方，出现了"适千里者如在广庭，出万里者如出邻家"[2]的局面。当时从大都通向和林（哈剌和林）就有两条驿道：一条是经上都、应昌（今内蒙古克什克腾旗境内）、西北行抵克鲁伦河上游，转至和林，共57站，称为帖里干道（蒙语译言车道）；一条是经兴和（今河北张北）、丰州（今内蒙古呼和浩特东白塔镇），出大青山，过净州（今内蒙古四子王旗境内）、沙井入漠，西北行至翁金河，北上达和林，共38站，称为木怜道（蒙语译言

---

① 《元史》卷98，《兵一》。
② 《麟原文集》前集卷6，《义冢记》。

马道)。[1] 驿站普及,道路畅通,为蒙古国带来了新的文化,开阔了眼界;为元朝注入了生机,带来了繁荣。

三、畜牧业为本

蒙古统治者为不因战争而使畜牧业经济遭受损失,特别注意对牧场的管理和建设。窝阔台时,就实施了加强牧场管理和开辟新牧场的措施。如指令在各千户内选派嫩秃赤(管理牧场的人)专管牧场的分配,使大汗和各级那颜支配牧场的权力制度化、合法化。又如,派专人到荒原戈壁视察,选定可以做牧场的地方,掘井取水,以便牧民驻牧,开辟新牧场。元朝建立后,元世祖忽必烈大力发展官营畜牧业。当时元朝在全国共有14个官马道。"自上都、大都以及玉你伯牙、折连怯呆儿,周回万里,无非牧地。"[2] 举凡水草丰美的地方,都被划为牧地,用来牧养繁殖牲畜,尤其是孳息马群。与此同时,忽必烈仿唐、宋之制,在朝设太仆寺;又设群牧所,立经正监等机构,加强对官营牧场的领导。

当时的畜牧业由于是一种脆弱性的经济,时常遭受自然灾害。为此,元朝政府采取积极措施,对受灾牧区进行赈济,以便尽早恢复生产。如大德九年(1305年),北方乞禄伦部遭大风雪,牲畜损失惨重,且食品严重短缺。这时,"公(贾秃坚不花)为之请官市驼马,内府出衣币,而身往给之,全活数万人"。[3] 又仁宗初年,哈剌哈孙出镇北边,会大雪,民无所得食,"转米数万石以饷饥民,不足则益以牛羊"。[4]

① 陈得芝:《元代北方三测景所地理略述》,载《元史及北方民族研究集刊》,1981(5)。

② 《元史》卷100,《兵三》。

③ 《道园学古录》卷17,《宣徽院使贾公神道碑》。

④ 《元史》卷136,《哈剌哈孙传》。

另外，蒙古统治者还制定了许多有利于畜牧业发展的政策。如窝阔台时，就将过去每10头牲畜缴纳一头的科敛制度，改变为百份取一的税制，即"蒙古民有马百者输牝马一，牛百者输牸牛一，羊百者输羒羊一，为永制"。[①] 为保护牧场，蒙古国还颁布了严格的禁令，对草生而掘地者，遗火烧毁牧场者，都要"诛其家"。对偷盗牲畜者，从刑律上做出了相应的惩罚规定。[②]《元典章》卷五七还记载着禁止宰杀羔羊、牝羊的条文，以保护牲畜的繁殖发展。

四、大兴农业

在成吉思汗统一蒙古前、漠南地区的汪古部、弘吉剌部中已有人从事一些农业生产。而在漠北地区，到公元12世纪时几乎还没有农业。成吉思汗及其后继者们在对西域、中原的连续战争中逐渐认识到，单纯的游牧经济不能满足日益扩大的战争需要。因此，便开始接受农业。成吉思汗就曾主张开渠屯田、建仓储粮，并建立了较著名的"镇海"（亦说"称海"）屯田区和独山城屯田区。长春真人丘处机于1221年7月路经镇海城时见到镇海屯田区已初具规模，展现其面前的是"秧稼已熟"[③] 的喜人景象。

独山城在别失八里（今新疆乌鲁木齐东北）。哈剌亦哈赤北鲁从太祖西征时，"至别失八里东独山，见城空无人，帝问：'此何城也？'对曰：'独山城往岁大饥，民皆流移之它所。然此地当北来要冲，宜耕种以为备。'"[④] 于是成吉思汗采纳其建议，随即留兵，屯田戍守。屯田军充分利用这里优越的自然条件，修补房舍，兴

---

① 《续文献通考》卷16，《职役考》。
② 《元史》卷104，《刑法三》。
③ 丘处机：《长春真人西游记》卷上。
④ 《元史》卷121，《哈剌亦哈赤北鲁传》。

建水利,开垦荒地,经营农业,使其后来成为蒙古国西北边疆的一个重要经济、政治和军事中心。

成吉思汗以后,屯田在中原地区也多起来了。如,龙虎上将军石抹孛迭儿率军在固安建立了蒙古军入中原后设置的第一大规模的屯田区。宪宗蒙哥汗也多处设置屯田区。1253年,忽必烈在京兆置凤翔屯田区以供军需。屯田区由少变多,由临时性向固定化、制度化转变,为以后元代的屯田及农业发展提供了宝贵的经验。[①]

元初,忽必烈为发展蒙古地区的屯田农业,积极劝导从内地迁来的移民、驻地的蒙古军和内地居民,以军屯、民屯、军民合屯等方式垦地种谷,并设置机构,派遣官员和富有经验的务农者及工匠,对屯田地区的农业生产、农具制造和水利工程等进行指导,如派遣刘好礼去往益兰州[②](今俄罗斯叶尼塞河上游)。对于从事屯田的军民,元政府还采取了给予农具、耕牛、种子,实行免征和奖励耕作等多种措施,促进了屯田区的农业发展。与此同时,忽必烈还制定并实施了许多扶农、护农及兴农政策和措施。如防止农田受损、抑良为奴的保护政策;减免租税、鼓励垦荒的扶持、奖励政策;以及安扶、农副业全面发展和贮粮的互助政策等。[③] 特别是劝农司机构的设置、组织编辑《农桑辑要》,为指导、督促各地的农业生产,推广先进生产技术,确实发挥了作用。我们可以从元朝政府的以"户口增,田野辟"作为考课官吏的主要标准,足可见元政府农业政策之一斑。

五、注重技术　尊重人才

蒙古统治者尊重有技艺的人才,善于吸收其他民族的先进

① 何天明:《试探蒙古汗国时期的屯田》,载《内蒙古社会科学》,1985(2)。
② 《元史》卷63,《地理志》。
③ 李迪、陆思贤:《忽必烈的农业政策和农业措施》,载《中国农史》,1982(2)。

技术，这在历代封建统治者中并不多见。蒙古族早期受文化、地理环境的限制，包括手工业技术等诸多方面是比较落后的。为此，蒙古统治者很注意对有技术人员的搜罗。在蒙古西征的过程中，成吉思汗等人对工匠就特别重视，尤其是那些能直接为战争服务的工匠。[①] 在蒙古军获胜而抓到的俘虏中，工匠的性命可以说都是有保障的。对于一些做出贡献的工匠，还进行奖励。如，成吉思汗在西征的途中，有一次被西域的莫兰河阻挡。当时有个叫张荣的人向他建议，造船渡河，并且带领工匠在不到一个月的时间里，制造出近百只船，使蒙古军顺利地渡过了河，受到成吉思汗嘉奖。[②] 又如，太宗窝阔台时的孙威以善造良甲（胄）出名，受到太宗赏识并赐以官职。[③]

到了元代，工匠遍布全国各地，并有了许多掌管各类工匠的不同机构。工匠们从事的手工业越来越趋于专业化。元朝政府为了支持工匠手工业，在纳税和口粮方面也制定了相应的优惠政策。如对匠户免除科差（丝料和包银），并供应一定数量的口粮。《元文类》卷四二记载："国家初定中夏，制作有程，乃鸠天下之工，聚之京师，分类置局，以考其程度，而给之食，复其户，使得以专于其艺。"

忽必烈时期，是元朝的鼎盛时期。这一鼎盛时期的出现，同忽必烈的注重人才政策是紧密相关的。1242 年，刘秉忠就以其博学多能，倍受忽必烈的重视。忽必烈即位后，积极吸收前人的文化和技术，大力收罗有识之人。经刘秉忠推荐给元朝政府的就有张文谦、王恂、郭守敬等一大批学者。这些人后来都成为元朝科技发展的栋梁之材。至元十二年（1275 年），忽必烈派人到江

① 李景林：《元代的工匠》，载《元史及北方民族史研究集刊》，1981(5)。
② 《元史》卷 151，《张荣》。
③ 《元史》卷 203，《方技》。

南去“搜访儒、医、僧、道、阴阳人等”。[1]至元十六年(1279年)春，又派郭守敬外出“访求精天文历法者”。[2]此外，对从西域来的学者，忽必烈也一一视同仁并给予重任。如，弗林人爱薛“中统四年(1263年)，[世祖]命掌西域星历、医药二司事，后改广惠司，仍命领之”。[3]天文学家札马鲁丁担任过上都天文台的“提点”(相当于现在的天文台台长)。建筑学家亦黑叠儿，尼泊尔工匠阿尼哥等也都得到重用。

六、兼收并蓄与对外开放

蒙古统治者与其前代统治者相比，较少封建传统束缚，对于邻邦与异国的先进文化、技术以及统治方式等，凡能为已采用或借鉴者，均实行“拿来主义”政策，在不断吸收、消化的基础上，逐渐地将他人之长变为自己之长，并结合自己的特点，形成了本民族的优势。如元代的回回医药学，在当时是很受人们欢迎的。元朝统治者不因其为异国医药而怠慢，反而更加注重。公元1273年，元朝政府将爱薛创办的京师(回回)医药院改置为广惠司，专掌修制御用回回药物及和剂；又在1292年，在元大都和上都各置“回回药物院”，掌回回药事。

蒙古统治者在实行“拿来主义”政策的同时也积极实行开放政策。在当时元朝的各大城市，不仅有波斯、阿拉伯商人，而且出现了欧洲和非洲的商人。商业、经济乃至各种宗教在元代都得到了蓬勃发展。如宗教，就有佛教(中原佛教、吐蕃佛教即喇嘛教)、道教、伊斯兰教及基督教等。这种异教的并存现象，说明了在蒙古统治者看来，只要能对其统治，对其所统治下的经济、文化繁荣有利，不论是自己的还是他人的，都至少要允许其存在。

---

① 《元史》卷8,《世祖五》。

② 《元史》卷10,《世祖七》。

③ 《元史》卷134,《爱薛传》。

蒙古的兴盛和元朝在初、中期的繁荣，是在一些蒙古君主的开明与理智统治下取得的。当然，元朝后期统治者的腐败、堕落，导致自身的灭亡，正如“元朝有的弊病，也几乎是历代王朝所具有的通病”[1]一样，是合乎历史的。　　（刘长春）

第二节　元朝政府主持的重大科技项目

公元 1260 年，忽必烈在开平（后称上都）登上汗位，史称元世祖。1267 年，忽必烈把统治中心由开平南迁燕京（金朝中都，金亡后称燕京），仍改名为中都，同时升开平为上都，作为驻夏之地。1272 年，改中都为大都，并宣布在此建都，从此大都成为元朝多民族国家的政治中心。从 1271 年大蒙古国的国号改为大元，至 1279 年南宋残余势力被彻底消除，全国才算完全结束了封建割据的局面。从忽必烈时起到元顺帝妥欢贴睦尔，共 11 个蒙古皇帝，统治达百余年。

在蒙古统治者为主的封建统治之下，元代在科学文化和技术领域取得过许多重大成就，其中有一些是在元朝政府的直接组织领导下完成和取得的。

一、建天文台，颁《授时历》

历代封建统治者对天文观测与制定历法都非常重视，因为这不仅对百姓的农业生产有一定的指导作用（特别是历法），而且也有利于封建统治（以“天意”、“天命”等来迷惑民众）。元朝统治者也不例外。

在元代，朝廷在天文历法方面的工作主要有建天文台、组织天文观测和颁布实施《授时历》等三个内容。

元代天文台，最著名的有上都回回天文台和大都的天文台。

[1] 李幹：《元代社会经济史稿》，湖北人民出版社，1985。

上都天文台,修建于至元八年(1271 年),它是元朝设置的最早一座回回天文台。该天文台对阿拉伯天文学在我国的传播起了一定作用。当然该天文台的设置同阿拉伯天文学家札马鲁丁是很有关系的。他曾在至元四年(1267 年)被忽必烈召见过。由于他具有渊博的天文学知识而得到忽必烈的赏识,朝廷将他编的《万年历》颁行北方。札马鲁丁还制造了 7 种精巧的天文仪器,后来全部放在了上都回回天文台内。[①] 该天文台建成后,札马鲁丁就被任命为提点。

大都的天文台是在至元十六年(1279 年)兴建而成的。当时称为"司天台",也叫"灵台",用于观测天象。灵台高 7 丈,共 3 层,上为平台,中、下两层各有回廊。下层有一中室,名"官府",即太史院长官办公的地方;中层有八室,分藏多种天文仪器及历代天文图集;顶层的平台上,陈放着郭守敬设计的简仪、正方案和仰仪等仪器,用于实际观测。台下右侧立高表(约高 40 尺),左侧筑一小台,上置玲珑仪。该天文台在当时不论从规模、人员、设备等都是世界上最大、最多、最完善的天文台之一。

就在同一年,元政府还组织有关人员进行了一次规模空前的天文观测活动。这次观测共设南海、大都、阳城、上都、和林等 27 个观测点(即测景所),其范围"东极高丽,西至滇池,南逾朱崖,北尽铁勒"。[②] 当时是大约每隔 10 纬度就有一个观测点,以测量夏至日日影长度和昼夜长短。据推算,其最北面的北海观测点已达北纬 64°5′的地方。这 27 个观测点中只有河南登封县境内的测景所仍保存至今。

元朝政府组织这样大规模的观测活动,其主要原因是为编

① 陆思贤、李迪:《元上都天文台与阿拉伯天文学之传入中国》,载《内蒙古师范学院学报》(自然科学版),1981(1)。

② 《元史》卷 48,《天文一》。

制新历法而通过实际观测掌握第一手材料。在元初，所沿用的历法乃是金朝历法，即金天会五年（1127 年）所编的《大明历》（札马鲁丁的《万年历》没能在大范围内推广使用）。由于该历使用达 100 多年，出现了许多数据与天象不符的情况，影响了元代的农业生产和人民生活。为此，刘秉忠曾提议修历。至元十三年（1276 年），忽必烈“思用其言”（刘秉忠于 1274 年去世），决定成立太史局（后改太史院），改修新历，并命许衡（曾任中书左丞、集贤大学士兼国子祭酒）、王恂（数学家，曾任太子赞善、太史令）、郭守敬等人主持其事。郭守敬是当时著名的天文学家和水利学家，制造过诸如简仪、仰仪、圭表、景符等很多天文仪器。他深知一部精确历法的修订必须要靠天文观测，正如他所说：“历之本，在于测验。”[①] 郭守敬的建议得到朝廷的采纳，因而出现了前面所谈到的大规模天文观测活动。这次观测，获得了许多精确结果，为新历法的修订提供了充足的资料。

在此基础上，王恂、郭守敬等人于至元十七年（1280 年）编成了一部新历法——《授时历》。郭守敬曾指出：该历就是“考正者七事”，“创法者五事”，成为我国古代最好的历法之一。“自古及今，其推验之精，盖未有出于此者也”。[②]《授时历》所采用的天文常数都是比较准确的。如定回归年长度为 365.2425 日，这与现今世界通用的格里历所用值是一样的。另外，《授时历》还废除了以往历法中所采用的“上元积年”，而以至元十七年作为历元，这是中国历法史上的一大改革。

《授时历》于至元十八年（1281 年）开始实行，其影响是比较大的。

---

① 《元史》卷 164，《郭守敬》。

② 《元史》卷 52，《历一》。

二、探黄河源　编纂一统志

黄河,是中华民族的摇篮。历史上曾有许多人对她的发源地进行过勘察。而在元之前,这种活动可以说都未获得真正成功。元统一全国后,由于辽阔的幅员及便利的驿站等交通,为元代地理学家都实探索黄河源,提供了有利的客观条件。

至元十七年(1280年),忽必烈下诏曰:"黄河之入中国,夏后氏导之,知自积石矣,汉唐所不能悉其源。会为吾地,朕欲极其源之所出,营一城,浑番贾互市,规置航传。凡物贡水行达京师,古无有也,朕为之,以永后来无穷利益。"[①] 忽必烈的目的自不必多说,但皇帝想知道黄河源的愿望是极其强烈的。于是"命都实为招讨使,佩金虎符"[②],让其完成对黄河源有计划的勘察任务。

都实,女真人,曾多次去西南旅行,具有丰富的旅行经验和地理知识,并且通晓多种民族语言。他接受任务后马上从大都出发,经长途跋涉到达河州(今甘肃临夏县),其后又翻山越岭,终经"四阅月,始抵河源"。[③]都实对河源地区两大湖(合称"阿刺脑儿",即今鄂陵湖、扎陵湖)和星宿海("火敦脑儿")一带的地形、地貌进行了详细考察,并把结果画成地图,当年年底回到大都后,即上呈朝廷。

都实的黄河源考察,后经翰林学士潘昂霄撰成《河源志》一书。都实的这次勘察,尽管还没有真正穷源,但他的踏勘和记录,使人们对黄河正源的认识前进了一大步。

元朝政府继都实考察黄河之后,于至元二十三年(1285年),命札马鲁丁、虞应龙等人编纂一部全国性的地理著作。为的

① 《辍耕录》卷22,《黄河源》。

②③ 《元史》卷63,《地理六》。

是由于当时许多路、府、州县的名称有了变更，原来各郡邑的图志因连年战争造成残缺不全，以及元朝统治者为了显示“皇元疆里无外之大”的盛况而急需一部全国地理著作，这就是《元大一统志》编纂的开始。该书于至元三十一年(1294年)完成，共755卷。以后又陆续得到《云南图志》、《甘肃图志》、《辽阳图志》，因而朝廷又命秘书监对该书进行补充，由孛兰兮、岳铉等主其事。大德七年(1303年)，全书告成，凡1 300卷，定名为《元大一统志》。该书于至正六年(1346年)在杭州刊刻出版。由于这是一部官修地理总志，所涉及的范围甚广，所引用的材料颇多，因而对明、清官修地理志都产生了很大影响。

该书所志各路、州、县史迹，继承唐《元和郡县图志》、宋《太平寰宇记》《舆地纪胜》等书成例，归纳为建置沿革、坊郭乡镇、里至、山川、土产、风俗形势、古迹、宦迹、人物、仙释等10个部门。所用资料，大江以南各行省大半取材于《舆地纪胜》和唐、宋旧志；北方诸省，则多取材于《元和郡县图志》、《太平寰宇记》和金、元旧志。同时还充分利用了《云南图志》、《甘肃图志》、《辽阳图志》等书。

该书历经几百年沧桑，现存残本仅44卷，这是非常可惜的。但这些残本中仍保存着许多珍贵史料。如，延安路鄜州“石脂”、“石油”等条[1]，虽在沈括的《梦溪笔谈》中已有记载，但《元大一统志》再次提及，仍是有很大学术价值的。

三、置劝农机构，编《农桑辑要》

元代农业的发展，是在元朝政府设置司农司、编辑《农桑辑要》等实施一系列助农措施下取得的。

元世祖忽必烈统一全国后，首先想到的是发展农业生产。他

[1] 《元大一统志》，383～384页，中华书局，1966。

"首诏天下:国以民为本,民以食为本,衣食以农桑为本"。① 在此之前,他就认识到农业的重要性,曾要求各地的管民官"劝诱百姓,开垦田土,种植农桑"。② 同时,还命各路宣抚司择通晓农事者,指导农业生产。中统二年(1261 年),立劝农司,以陈邃、崔斌等 8 人为劝农使。至元七年(1270 年)二月,"特设司农司劝课农桑,兴修水利,凡滋养栽种者,皆附而行焉"。③ 司农司是一个专门管理全国农业和水利的机构,最初由张文谦为司农卿,拟定劝农条款。《元史》卷七《世祖四》记载,当时又设四道巡行劝农司,每道派劝农使和副使各一人巡行督促,检查农业生产及兴办水利等事。

同年十二月,司农司改为大司农司,以御史中丞孛罗兼大司农卿(后升为大司农)。这种以御史中丞这么高地位的官员兼管农业,在我国古代实属少见。同时还增设巡行劝农副使各 4 人,又拨都水监归大司农司领导。这种制度"行之五六年,功效大著,民间垦辟种艺之业,增前数倍"。④ 劝农使之设,是前代所没有过的。

元朝政府不仅以设置劝农机构显示对农业的重视,而且也实实在在地做了督促、指导农业生产的一些事。忽必烈于至元六年(1269 年)八月下令搜集农业方面的资料,"诏诸路劝课农桑,命中书省采农桑事,列为条目"。⑤ 不久,司农司的官员依所采集到的农桑之事和"遍求古今所有农家之书,披阅参考,删其繁重,撫其切要"⑥,于至元十年(1273 年)完成了我国古代第一部由

---

① 《元史》卷 92,《百官八》。
② 《元史》卷 5,《世祖二》。
③ 《元典章》卷 2,《圣政一》。
④ ⑥ 王磐:《农桑辑要序》。
⑤ 《元史》卷 6,《世祖三》。

封建政府主持编写的农业专书——《农桑辑要》。这部农书在总结13世纪以前我国农业耕作经验的基础上，新增添了许多"相风土之所宜"的农桑种植内容，为元代推广农业先进经验和技术、提高生产起了重要作用。

《农桑辑要》共分7卷，包括典训（前代典籍中关于农桑起源及农桑重要性的记载）、耕垦（耕种操作）、播种（谷类和纤维、油料作物）、栽桑、养蚕、瓜菜、果实、竹木、药草、孳畜、岁用杂事等；内容同《齐民要术》相比，除蚕、桑部分增加了大量材料外，还新添了许多作物种类和栽培法。[1]一些野生植物，如茼蒿、百合、薄荷都成了栽培对象；一些原产于江南的果树及经济作物，如橙、橘、苎麻、茶等也都被介绍栽种到华北平原。书中对木棉的种子处理和栽培技术进行了详细介绍，如，栽种木棉"择两和不下湿肥地，于正月地气透时，深耕三遍……至谷雨前后，拣好天气日下种"，"用水淘过籽粒，堆于湿地上，瓦盆覆一夜，次日取出"，"苗出齐时，旱则浇溉"，"苗长高二尺之上，打去冲天心，旁条长尺半，亦打去心"。[2]

这部农书曾被元政府多次刊刻，如至元二十三年（1286年）六月"诏以大司农所定《农桑辑要》书，颁诸路"。[3] 以后，仁宗、英宗、明宗、文宗等也都申令颁布，其影响是很大的。正如蔡文渊在《农桑辑要序》中所说的"若夫耕蚕之术，畜孳之方，天时地利之所宜，莫不备具，用之则力省而功倍，刊行四方，灼有明效"。《四库全书总目提要》称是书"择而不芜，简而有要，于农家之中最为善本"。

由于该书大量引用了从前农书中的材料，并且在引用时都

---

[1] 参见《农桑辑要》各卷，如卷5，《西瓜》、《茼蒿》、《橘》等均为《新添》。

[2] 《农桑辑要》卷2，《木棉》。

[3] 《元史》卷14，《世祖十一》。

指明出处,因此也为今天研究古代农书提供了宝贵资料。

四、兴修水利和治理黄河

水利是农业获得丰收的根本保证。而在元初由于战事,一些水利设施遭到不同程度的损坏。如"京兆旧有三白渠,自元伐金以来,渠堰缺坏,土地荒芜,陕西之人虽欲种莳,不获水利,赋税不足,军兴乏用"。[①] 因此,元政府为尽快改变这种状况,"内立都水监,外设各处河渠司,以兴举水利、修理河堤为务"。[②] 忽必烈时期,在水利上有突出成就的要算学者郭守敬了。他曾向忽必烈进谏有关水利的建议,皇帝采纳后,擢用其负责各路河渠的整修和管理任务。至元元年(1264 年),郭守敬同唆脱颜到原西夏属地调查河渠情况。不久,以副河渠使的职衔在当地官员张文谦、董文用等人的支持下,疏浚西夏旧有的唐来、汉延等渠道,并修建了一些新的河渠。当地居民充分利用这些渠道进行灌溉,取得了农业的可喜收成。

世祖之后,元政府在水利工程方面仍进行了多次建设。如,武宗时,哈剌哈孙行省和林,"浚古渠,溉田数千顷"[③];仁宗时,奉化州知州马称德重修进林碶,"灌田数千顷"。次年开浚新河,"溉田数十万亩"[④];文宗时,河渠司郭嘉议修洪口渠及重修广济渠。[⑤]据不完全统计,元朝兴修的大型水利工程达 260 多处,北方 60 处,南方 200 余处。[⑥] 虽然,大部分不是在元朝政府的直接主持下完成的,但却都是在朝廷的有关法令、政策以及地方官员的亲自督促、指导下进行的。

---

① 《元史》卷 65,《河渠二》。
② 《元史》卷 64,《河渠一》。
③ ⑤ 《续文献通考》卷 3,《田赋三》。
④ 《(光绪)浙江通志》卷 56,《水利》。
⑥ 李幹:《元代社会经济史稿》,143 页。

在水利工程方面，还值一提的便是元顺帝时期，在元政府直接主持下的贾鲁治河。历史上，黄河曾多次泛滥，给沿岸人民生活带来了许多灾难和痛苦，并时常危及人民生命安全。至正四年(1344年)，黄河又一次决溢改道，白茅决口，黄河北徙。对此，朝廷上下也甚为恐慌，于是皇帝便督大臣“访求治河方略”。[1]至正九年(1349年)，已复为丞相的脱脱，找到了贾鲁并将其引荐给皇帝。那么，贾鲁是何许人也，受到如此重视呢？贾鲁(1296～1353年)，字友恒，河东高平(今山西高平)人，幼负志节，谋略过人，曾担任过地方官和都水监等官职。在被脱脱发现之前，就曾对黄河决口附近进行过实地考察，往复数千里，并把考察结果画成地形图。因此，当脱脱找到他商议治河之事时，他便“为图上进二策：其一，议修筑北堤，以制横溃，则用工省；其二，议疏塞并举，挽河东行，使复故道，其功数倍”。[2]脱脱权衡利弊，认为后一方案虽用功数倍，但效果比前一方案好。于是，经朝廷批准确定了治河方案。至正十一年(1351年)四月，朝廷任命贾鲁为工部尚书、总治河防使，征发汴梁(今河南开封)、大名两地的15万民工及庐州路(治所在今安徽合肥)戍军2万人，开始了大规模的治理黄河工程。从四月二十二日开工至十一月十一日合龙，前后计170天左右，动用人力近20万，合计用工约3 800万，疏浚河道280多里，堵塞大小决口107处，总长达1.5千米多。修筑堤防上自曹县，下至徐州，计770里。工程之大，是我国治河史上所罕见的。

五、疏通运河和发展航运

元灭南宋后，全国实现统一，南北经济交流也进一步扩大。北方(主要是大都)所需之粮食及其他物质多由江南供应，而江

---

①② 《元史》卷187，《贾鲁》。

南物资又主要依靠运河北运。这种状况迫切需要运输畅通、便利。但当时的旧运河由于曲折绕道，有些河段上还需靠陆运。即船运由长江辗转入淮河，逆黄河而上达中滦旱站（今河南封丘县西南，黄河北岸），然后陆运180里至淇门（今河南浚县西南），入御河（今卫河），再船运至大都。沿途历经变迁，长年失修，因而漕运诸多不便。为此，元朝政府便着手陆续修凿大运河，以使其发挥更大的经济效益。

元代大运河是逐步开凿完成的。首先是开通济州河。至元十八年（1281年）至二十年（1283年），由奥鲁赤主持引汶水、泗水，从济州（今山东济宁）西北到须城安山（今山东东平西南）开凿一条150多里的济州河。其次是开辟会通河。“会通河，起东昌路须城县安山之西南，由寿张西北至东昌，又西北至于临清，以逾于御河”。[1] 它开凿于至元二十六年（1289年），河道全长250里，历时6个月完成。会通河开成后，济州河通称会通河。第三是开辟通惠河。早在中统二年（1261年），郭守敬曾建议引水通金代中都，东至通州的旧漕河，南向开河至杨村（今河北武清）。但通州至大都50里之间，水源缺乏，仍然需要陆路运输。至元二十八年（1291年），都水监郭守敬又一次建议“疏凿通州至大都河”[2]，朝廷采纳了他的建议。于是，从至元二十九年（1292年）春开始到至元三十年（1293年）之秋，历时一年多，凿成了通惠河。

三个主要运河段的开凿，基本使全长3 000多里的元代大运河河运畅通。特别是通惠河的开通，可使漕船一直开进大都城。

元代修凿完成的大运河，北起大都，南达杭州，沟通了海河、

---

① 韩儒林：《元朝史》（下册），380页，人民出版社，1986。

② 《元史》卷64，《河渠一》。

黄河、淮河、长江和钱塘江五大流域。可以说，元代大运河是13世纪世界上的重大工程之一。

六、修建上都和大都

在元初，蒙古统治者在建筑方面主要是主持兴建了上都和大都两座著名城市。

上都，其遗址在今内蒙古正蓝旗东约20千米处，金朝时称为金莲川，是皇帝避暑的地方。1251年，蒙哥即大汗位后，由忽必烈管理漠南汉地军国庶事。忽必烈便将营帐移到金莲川。1256年，忽必烈命刘秉忠在当地主持建立一座新城。两年后，新城建成。这就是上都城(当时叫开平府)。

上都城分内、中、外三城，外城很大，宫殿在内城。内城有东、西、南三门，而没有北门。但在相当于北门的位置上有特殊的建筑高台址一座，它的大小为东西132米，南北52米，平面略呈"凹"字形。[①]

意大利旅行家马可·波罗(1254～1324年)抵达上都时，见都城内有一座宫殿，"是用大理石和各种美丽的石料建成的。设计精巧，建筑优美，豪华壮丽，令人叹为观止"。[②]在御花园中，还看到一座御亭，其"御亭的全部设计精巧玲珑，每一部件可以分拆、移动并且重新组装"。[③]

上都城遗址迄今仍存。从现在遗址并结合文献记载，可知当时的上都城是宏伟壮观的。

大都在成为元朝都城之前，曾几次易名。即燕京、中都等。由于其地理位置重要，遂成为蒙古统治者的重镇。窝阔台时在这里派驻官员，建立行政机构。中统元年(1260年)，忽必烈在此设行

① 陆思贤、李迪：《元上都天文台与阿拉伯天文学之传入中国》，载《内蒙古师范学院学报》(自然科学版)，1981(1)。

②③ 《马可波罗游记》，74、75页，福建科学技术出版社，1982。

中书省，后又将开平的中书省移至这里，与此调整合并。至元二年（1266年），忽必烈命在中都旧城东北建造一座新城，以适应发展之需要。刘秉忠还是主要负责城址的选择和规划。该城于第二年正式动工到至元十三年（1276年）全部建成，共用九年的时间。张柔、段天祐和回回建筑家亦黑叠儿等先后负责过建城工程。在修建过程中，即在至元九年（1272年）二月，忽必烈根据刘秉忠的建议，把中都改为大都，并定为都城。因此，最后建成的城，理所当然地要比当初的规划更雄伟气派了。

大都城，坐北朝南。城的平面接近方形，南北长7 400米，东西宽6 650米，北面二门，东、南、西三面各三门，城外绕以护城河。城内海子（今什刹海）东岸有中心阁，阁西面立有“中心之台”的石碑，为全城的几何中心。刘秉忠对中心阁地址的选定以及把海子湖沿地区选为新城城址，是为了充分利用海子的水源以满足宫阙与城市的用水需要。皇城在全城的南部而偏西，跨太液池两岸，周围约20里，由南面的棂星门进入皇城，沿御道到承天门则为宫城。宫城内的主要建筑有大明殿（为皇帝的正朝）、延春阁（皇帝常在此接召大臣和修佛事）、隆福宫（太后住所）和兴圣宫（太子住所）等。[1]

上都及大都的修建，是元朝统治中心向南转移的一个重要反映。特别是大都的建成并将其作为都城，为元朝统治中原及全国发挥了重大作用。大都由此也成为全国政治、经济、文化中心。

七、完善医规　增修《本草》

元代的医药学，无论在研究传统医学、医药管理及汲取阿拉伯医药学方面都是很有成绩的。对于传统医学来说，由于中医本身的特点，在民间中其继承与发展同封建政府（不论任何朝代）

① 苏珣：《故宫遗制》。

的统治不是有很大关系的。而医药组织管理和汲取外来医学成就则与当时的封建统治者有密切关系。元朝时,在这两方面取得了较大成就。忽必烈在中统元年(1260 年)就设太医院,管理医事制奉御药物,领各属医职。至元六年(1269 年),设御药院(后改御药局)。至元九年(1272 年),各路设"医学提举司",掌管考试医生、试验在职医官、编审医书、辨验药材、培养医生、领导各路医学等工作。[1] 元朝从至元八年(1271 年)起,实行医生考试制度。规定每 3 年一试,其法考较医经,辨验药味,合试经书。延祐三年(1316 年),元政府又规定每个医生必须精十三科(在宋代九科的基础上增正骨、杂医、祝由三科,并将宋"口齿兼咽喉"分二科)中的一科。并且经过内外郡县的医学考试,及格者才得行医。凡充任太医和郡县医官的人,也要经过考试及格才行。

在汲取外来医学方面,主要是汲取阿拉伯医学,将在下节较详细介绍。

元政府对药物管理是很重视的,1268 年下令禁卖乌头、附子、砒霜等毒药。第二年又规定,禁止假冒游行货药,等等。

在药物方面,元政府在元初还曾组织编纂过《本草》一书。至元二十一年(1284 年)十二月,忽必烈"命翰林承旨撒里蛮、翰林大学士许国桢,集诸路医学教授增修《本草》"。[2] 许国桢是当时著名医学家,他"博通经史,尤精医术"。[3] 该《本草》经 4 年才完成。参加编写的有刘仲恩、潘严、杜章、王彬、韩麟、罗天益等人。其中韩麟、罗天益都是当时著名医学家,均有著作问世。《本草》可能还收录了当时从西域等地传进来的多种"异药"。遗憾的是,这部《本草》未见刊行。　　(刘长春)

---

① 《元史》卷 88,《百官四》。
② 《元史》卷 13,《世祖十》。
③ 《元史》卷 168,《许国桢》。

第二节 中外科技交流

在元代，中外文化、科技的交流，其规模是空前的。这种相异文化、科技之间的相互渗透与交流，可以说主要是建立在公元13世纪上半叶成吉思汗、窝阔台西征的基础上的。当然也包括元朝建立后，统治阶级所实行的开放、兼容并蓄等政策以及四通八达的水陆交通等诸多因素。

成吉思汗蒙古西征取得胜利后，把所征服的土地分给他的儿子术赤、察合台、窝阔台等人。这些领地相继成为钦察汗国（领地为东起额尔齐斯河，西至多瑙河，南起高加索山，北括斡罗斯）、察合台汗国（领地包括天山南北路及今阿姆河、锡尔河之间的地区）、窝阔台汗国（领地有额尔齐斯河上游和巴尔喀什湖以东地区）和伊儿汗国（也译为伊利汗国，其疆域东起今阿姆河，西至地中海，北自高加索，南抵印度洋）。这些汗国虽然在名义上是元朝的"宗藩之国"，但实际上各自独立。在13～14世纪，他们与元朝的往来是频繁的，特别是元朝与伊儿汗国间的往来更多。这种不同政权之间的交往关系，必然带动两个地区的经济、文化和科技等领域的相互交流。同时，四大汗国的地理位置也为沟通中西方文化科技交流提供了一定的有利条件。

一、天文与历算

早在13世纪初，跟随成吉思汗西征的契丹族学者耶律楚材就曾把阿拉伯天文学的一些内容传进中国。他在西域生活了6～7年，参考阿拉伯的历法并受成吉思汗之命，编制成一部历法，即《西征庚午元历》，但未颁行。中统年间（或稍早一些），阿拉伯天文学家札马鲁丁等人来到中国。他在中国编写了《万年历》，并献奉给忽必烈。该历的内容不见记载，可能是阿拉伯当时所用的历法。至元四年（1267年）札马鲁丁还制造了一套西域天文仪

器共7件。在他来我国时，还有一些阿拉伯学者，他们带来了许多阿拉伯的“经书”。在元秘书监所藏的回回书籍中，就有相当数量的天文、历法、数学、医学等方面的著作。由于当时这些书籍大都没有被翻译，因此对当时的中国科学发展没有产生什么重大影响。据一些学者研究，这些书籍中就包括希腊著名天文学家托勒密(Ptolemy)的著作集和欧几里得的《几何原本》。[1] 由此看来，在元朝时期，不仅许多阿拉伯国家的天文、历算著作传入中国，而且古希腊时期的重要著作也传入了中国。

几十年来，随着考古工作者的挖掘出土，现已发现数个元代时传入中国的“印度—阿拉伯数码”式的数字幻方。如，1956年冬在陕西元代安西王府旧址发掘出了5块铁板，上刻有六阶阿拉伯文幻方，其意义和我国古代的“纵横图”相当。1980年在上海浦东陆家嘴也发现了一个，其为四阶幻方。另外，流行于印度、阿拉伯等地的称为“格子算”的一种乘法算法也在元代传入中国，并为我国学者掌握。[2]

蒙哥之弟旭烈兀(后是伊儿汗国之汗)西征时，就曾带去不少精通天文、历算的学者到达波斯国。其中有一个名叫屠密迟(译音)的人，被称为“先生”。当地著名天文学家纳速剌丁·徒思(1201～1280年)奉旭烈兀之命编纂《伊利汗天文表》时，就曾向这位先生学习过中国的天文推步之术。[3] 元朝时期，也有许多中国学者到伊儿汗国任职，他们带去了中国的医学、天文、历算及历史等各类书籍。伊儿汗国的合赞汗时期，精通天文历法的中国学者李达迟(译音)、倪克孙(译音)，曾向编撰《史集》一书的当地

---

① 严敦杰：《欧几里得几何原本元代输入中国说》，载《东方杂志》39卷，1943(13)，35～36页。

② 钱宝琮：《中国数学史》，226页，科学出版社，1964。

③ 《中国通史参考资料》(古代部分，第六册)，258页，中华书局，1981

著名学者拉施特讲述中国的干支纪年法。[1]

中国数学的一些成果在元代通过阿拉伯国家也传入了欧洲。

中国的《授时历》也被朝鲜等邻国所采用。1298 年朝鲜有人在中国了解到《授时历》后，很快就派专人到中国学习，其原理传到了朝鲜。以后姜保完成了一部《授时历捷法立成》，于 1343 年出版。[2] 与此同时，元朝政府每年都向朝鲜等邻国赠送当年的历书。

二、医学方面

元初，阿拉伯医学大量传入中国。当时较著名的人物有弗林人爱薛，他“于西域诸国语、星历、医药，无不研习”[3]；来到大都后，建立了“京师回回医药院”。当时回回医院和回回药物的规模和种类是比较完整齐全的。回回医生除服务于宫廷、京师者外，还有不少散在各地行医，很受民间欢迎。此外，回回的医学著作和药物也大量传入中国。如，元朝秘书监所存的回回书籍中叫《忒毕医经十三部》的书就是一部医学著作。在元忽思慧所编的《饮膳正要》和明李时珍的《本草纲目》中，也都收录了许多回回药物和医法。回回医药丰富了我国的医药学。

在阿拉伯医学传入我国的时候，我国的针灸疗法，以及姜、茶、大黄、麝香、肉桂等多种药材也传往阿拉伯国家。据《史集》记载，旭烈兀生病时，他就“服用了中国医生开给的泻药”[4] 进行医治。合赞汗有一次患眼疾，曾按照中国医生的嘱咐，用烧红的铁

① 《中国通史参考资料》(古代部分、第六册)，258 页。
② 李俨：《十三、十四世纪中国民间数学》，47～48 页，科学出版社，1957。
③ 《元史》卷 134，《爱薛》。
④ 《史集》第三卷(中译本)，97 页，商务印书馆，1986。

在身上烙两处。[1] 可能用的是热灸疗法。特别是,《史集》作者拉施特本人就是一位著名医学家,曾任过合赞汗的宰相。1313 年,他主编了一部关于中国医学的百科全书,名为《伊儿汗国的中国科学宝藏》。书中讲到了脉学、解剖学、胚胎学、妇产科学、药物学等内容。值得注意的是,该书还提到了中国晋朝医学家王叔和的《脉经》。该书至今尚存。

此外,东南亚诸国的医药和中国的元朝也进行了大量交流。如安南国(今越南)自 1263 年起,每三年都向元朝赠送一次他们的药材。这些药材有苏合香、光香、朱砂、沉香、檀香、犀角、玳瑁、珍珠、象牙等,同时选医生一起来。[2] 同时传入的还有治痢药方。忽必烈时,也曾在 1263 年、1267 年和 1269 年赠给安南王药物,并且还派过针灸医生邹庚为安南国的上皇子治病,被称为邹神医。[3]真腊国(今柬埔寨)于 1285 年向元朝送药材等物。罗斛国也在 1291 年曾派遣使者向元朝送来象牙、犀角、龙脑等药材。

三、火药与兵器技术

火药在我国宋代就已将其用于战争。在北宋末年的宋金战争中,除火箭、火枪、火毬、火蒺藜等小型火药武器外,还广泛使用了"霹雳炮"、"震天雷"等杀伤力较强的火器。后来蒙古兴起,他们也掌握了火药兵器技术,并且在西征以及与金、南宋的战争中大量使用了火器。特别是在西征中的运用,使我国的火药传入西方。旭烈兀西征时,蒙哥征集了 1000 名中国抛石机手、火炮手(火枪手)及弓弩手从军,并带去大量武器。当时的中国各种火器是世界上最先进的,这些最优的兵器为蒙古西征取得胜利发挥

---

① 《史集》第二卷(中译本),336 页。

②③ 甄志亚等:《中国医学史》,79 页,上海科学技术出版社,1981。

了一定作用。如在攻打木剌夷堡、报达城等地时，火药武器发挥了很大威力。[①] 元兵使用的火器有火箭、火炮、毒火罐、震天雷等。从此，这些武器也相继流落到阿拉伯人手中。后来，欧洲人在同阿拉伯人进行的战争中也获得了火药和火药武器。因此，在公元13～14世纪之间火药便传入了欧洲。[②]

另一方面，13世纪时，阿拉伯炮也传到了中国。据记载："西域砲、折叠弩，皆前世所未闻。"[③] 回回人阿老瓦丁、亦思马因所造的回回砲，在元军作战中起了一定的作用，但是，西域砲(即回回砲)不是火炮，而是抛石机，将在下章讨论。

四、冶金与建筑

元代冶金技术上的交流，较著名的一件事要算是镔铁在我国的大量冶炼并普及。[④] 镔铁(也叫宾铁或斌铁)，是古代一种表面带有花纹且极其坚利的优质钢材。大约在南北朝时由波斯国(今伊朗)传入我国的西北地区。据载，辽、金时代，北方人曾冶炼过镔铁，特别是辽代的契丹人更擅长冶炼镔铁。金太祖曾说："辽以宾铁为号，取其坚也。"[⑤] 可是后来，随辽的灭亡及连年不断的战争，使镔铁冶炼技术几乎绝传。到元代统一全国后，由于波斯、阿拉伯工匠的大量涌入，使镔铁冶炼技术重又兴盛起来。元朝政府还于至元十二年(1275年)设置掌镂铁之工的"镔铁局"，让一些工匠专门炼制镔铁。由于政府重视，元代的镔铁产量也随之越来越多。一改过去镔铁只作"上乘之礼品"，而将其广泛用于制造各种兵器和一些生产、生活用具。如阿尼哥"为七宝镔铁法轮，车

---

① 韩儒林：《元朝史》(下册)，398页。
② 冯家升：《火药的发明和西传》，56～70页，上海人民出版社，1978。
③ 《元文类》卷41。
④ 张子高、杨根：《镔铁考》，载《科学史集刊》，1964(7)。
⑤ 《金史》卷2，《太祖》。

驾行幸,用以前导”。[1] 元人杨瑀《山居新语》中说:“镔铁胡不四(古代一种乐器,也称火不四、浑不四),世所罕也,乃回回国中上用之。制作轻妙,余每询铁工,皆不能为也。”

元代的建筑,不论从建造技术,还是从形式风格上都是较多样化的。特别是大都、上都以及南方经济贸易较为繁荣的城市里,这种状况尤为明显。这是由于在元代佛、道、伊斯兰、基督等宗教都有自己的活动场所,元朝统治者也不因自己信仰某一教而排斥其他宗教。因此,宗教建筑便随其教徒而进入,其影响也在中国大地逐渐大起来。西藏日喀则的夏鲁寺和日喀则西南的萨迦寺以及大都的妙应寺塔,便是元代典型的喇嘛教(佛教的一支)建筑。其中的妙应寺塔(今北京西四白塔),就是尼泊尔著名工匠阿尼哥主持修建的。伊斯兰教建筑在元代也完成不少。至正八年(1348年)中山府(今河北定县)《重建礼拜寺记》中说伊斯兰寺“今近而京城、远而诸路,其寺万余,俱西向以行拜天之礼”。[2] 其辞可能有些夸张,但是说明当时的伊斯兰教建筑确实很多。从另一方面,这也与元时“回回遍天下”的说法是一致的。至于基督教堂,由于该宗教当时主要集中在北方和沿海一带,因此在这些地区也建造过不少教堂。如,现存北京附近的房山三岔山十字寺遗址。《马可·波罗游记》中记载,镇江府“城里,有三千聂利托利(聂思脱里)派的基督教教堂,建于1278年。那时候,皇帝陛下曾任命这一教派的一个教徒,名叫马萨奇斯(Marsachis,即马薛里吉思)的,来到这里担任本城的行政长官”。这一记载就是指聂思脱里教徒马薛里吉思任镇江府路总管府副达鲁花赤期间,建造教堂之事。在任期间他先后建教堂7所,其中一所在杭

1 《元史》卷203,《阿尼哥》。
2 孙贯文:《重建礼拜寺记碑跋》,载《文物》,1961(8)。

州。[1]

五、金工、陶瓷与印刷术

蒙古汗国时期，在宫廷和官邸里有过大批欧洲技师，其中最有名的是威廉·布歇(William Boucher)。他是巴黎的金匠和技工，曾于1246～1259年间在和林侍候过贵由和蒙哥。[2]《鲁不鲁乞东游记》中记载，威廉·布歇在和林宫殿的门口处为蒙哥汗制造了一棵大银树。在树的根部有4只银狮子，每一只狮子嘴里有一根管子，喷出白色的马奶。在树干里面，有4根管子通到树顶上，管子的末端向下弯曲。在每一根管子上面，有一条镀金的蛇，蛇的尾巴盘绕在树干上。这4根管子分别流出葡萄酒、哈剌忽迷思(马奶酒)、蜂蜜酒和米酒。[3]其制造精巧，堪称一绝。尼泊尔的阿尼哥不仅是位优秀的建筑高手，同时也是擅长绘画、塑像和铸造工艺的专家。忽必烈曾让他修复明堂针灸铜像，他谦虚地答应，“臣虽未尝为此，请试之”。[4]不久，新像成，关膈脉络齐备。金工皆叹服，称其“天巧”。并由此受到重用。另外，他还把他的绝艺传授给宝坻(今属河北省)人刘元，使其也成为一代雕塑名手。

据14世纪摩洛哥旅行家伊本·拔图塔的记载，在钦察汗国都城别儿哥萨莱就有大量中国手工制品出售。近年，在当时的别儿哥萨莱和钦察汗国的其他城市遗址中发掘出了有汉字和阿拉伯字铭文的2种元代铜镜。带汉字铭文的是从中国输入的，而带阿拉伯字铭文的铜镜是中国和当地铸铜镜匠制造的。[5]中国的铸造铜镜技术在元代传入到了钦察汗国。

---

① 韩儒林：《元朝史》(下册)，358页。

② 李约瑟：《中国科学技术史》第一卷二分册(中译本)，416页，科学出版社，1975。

③ [英]道森：《出使蒙古记》(中译本)，194页，中国社会科学出版社，1983。

④ 《元史》卷203，《阿尼哥》。

⑤ 韩儒林：《元朝史》(下册)，392～393、424页。

元时的中国陶瓷器，是比较有名的。瓷器是当时重要的出口商品。随着陶瓷器作为商品出口的时间积累，其制造陶瓷技术也随之传到国外。如，1223年日本的加藤四郎等人到中国学习造瓷技术，并将其带回日本制瓷。元代前期，暹罗国(今泰国)王敢木丁曾几次来到中国，并请回许多中国陶瓷工匠，从而开创了暹罗国的陶瓷业。[1]

北宋时毕升发明的活字印刷，开创了印刷史上的新纪元。这个被称为四大发明之一的活字印刷术在其被逐渐完善的同时也大量传入外国。王桢在元贞元年至大德四年(1295～1300年)间已开始使用木活字。不久，木活字印刷技术也很快流传到新疆少数民族地区，并由此作为中间站陆续传入波斯、埃及及阿拉伯地区，后又逐渐传入欧洲。据考古发现，敦煌千佛洞曾发现元代数百个大小不等的维吾尔文木活字，皆用硬木锯开而做成的。[2]

六、农作物和地理知识

人类的生存不能没有农业，而为了更好地生存，人类还必须创造条件更有效地利用自然，用劳动获得更多、更好的农产品。我们今天的许多农作物，其源并不在中国。同样，源于我国古代的一些农作物，现也在他乡异国根深叶茂地生长和结果。农作物在他乡落户，元代的航海贸易对此是曾发挥过一定的作用的。

在元代，由于海上贸易的发展，土特产品之间的交换，使得外国的一些植物、果品引进中国，中国的一些植物也同样被带到国外。引进的植物、果品均冠以带“胡”或“番”字的名称。如，胡萝卜原产北欧，元时由波斯引种到云南地区，后来才遍及全国。

地理学方面，由于元代航海与陆路交通的发达，不仅东南亚

---

[1] 韩儒林：《元朝史》(下册)，392～393，424页。

[2] 冯家昇等：《维吾尔族史料简编》(上册)，87页，民族出版社，1981。

国家，而且阿拉伯、欧洲甚至非洲的许多旅行家都曾来到过中国。其中一些人是以传教士身份来的，受到过元朝政府的款待。如欧洲人普兰诺·加宾尼、鲁不鲁乞、马可·波罗，摩洛哥人伊本·拔图塔等。

马可·波罗是意大利威尼斯人。1271年随父亲和叔叔离开家园前来中国，经长途跋涉于1275年5月到达上都。以后，马可·波罗在中国呆了17年。由于他聪明机智，不仅学会了蒙、汉语，还精通中国文化，因而深得忽必烈信任，多次奉命出使各地，并到过亚洲一些国家。他于1292年启程，1295年回到了阔别26年的故土威尼斯。后来，他在故土上把自己在中国及其他亚洲国家的所见所闻讲授给一位作家。作家把其叙述笔录整理，便是《马可·波罗游记》，也叫《东方见闻录》。该书记载了元朝初年的政事、战争和大汗朝廷、宫殿、节日、游猎等各种情况，同时也介绍了马可·波罗所到之处，即当时一些名城的风土人情、物产及城市风貌，还有中国邻近国家的一些情况。《马可·波罗游记》使欧洲人了解到了东方的中国及其他一些国家，一些欧洲地理学家还根据它绘制成早期的《世界地理》。

伊本·拔图塔（Ibn Battūtah，1304～1377年）是元顺帝时来中国访问的非洲摩洛哥旅行家。他先后在泉州、广州等地滞留。1354年回国后，口述其旅行经历，由他人记录成书。他的《游记》还记载了当时中国与印度、波斯湾和阿拉伯半岛各地的贸易以及中国海船的构造等情况。

元时，也有我国一些旅行家出访过外国。如，汪大渊曾随商船出海，至数十国，还到达过非洲。他回国后著《岛夷志略》，记其所到之地的山川、习俗、风景、物产及贸易等情况。《岛夷志略》涉及的地理范围，东至菲律宾群岛，西至非洲，是一部较重要著作。又如，元代周达观的《真腊风土记》也是一部中国人撰述异国风

土人情的重要著作，该书所介绍的主要是柬埔寨的情况。还有其他一些著作，讲述外国地理，这里不详细介绍了。总之，这些旅行家留下的著述已成为研究13～14世纪地理、历史的珍贵资料。

如上所述，中外文化、科技的交流，不仅使中国的科技成果被吸收到世界文化之中，而且外国的科学技术也促进了中国文明的发展。 （刘长春）

第四节 蒙古族的科技成就

如果说蒙古汗国的建立，标志着蒙古族的兴起，那么元朝建立后，便是蒙古社会发生重大变化的时期，蒙古族逐渐从单一的游牧经济走向农、工（手工业）、商（贸易）齐备的经济社会。蒙古族的发展进步，是不同程度地根基于科学技术的。本节介绍蒙古族在畜牧业、医药、天文历算、印刷、机械、水利、冶金及手工技术方面的科技成就。

一、畜牧业

畜牧业是早期蒙古族赖以生存的主要产业。在蒙古汗国及元代，蒙古族在畜牧业生产上具备了丰富的经验并有一定的科学内容。

首先，是游牧方式的变迁。公元11世纪时，逐水草游牧是蒙古族唯一的生产方式。他们在此方面积累了较为丰富的经验。他们根据季节、气候的变化，每年都要几次换地，选择水草丰美的地方。夏季常选高寒之地，冬天则挑阳暖薪木易得之处。每当春天来临之际，牧民将“毡帐”（蒙古包）拆卸，装上他们的“勒勒车”，赶着牛、马、羊群，向着大雁飞去的北方去找寻新的牧场。而到秋末，寒冬即将到来之前，他们又赶着牧群慢慢走向南方。这就是所说的“倒场”。元朝建立后，这种纯游牧方式得到一些改变。元朝政府为促进畜牧业生产，相继建立了许多官牧场。而这

些官牧场通过靠国家权力建立的优势，占有大片水草丰美之地，并且许多生产设备和牲畜饲料也由地方政府供应。在这种优越的生产条件下，官牧场还积极地搭盖棚圈、贮备饲草，改变了以往分散的"野牧无刍粟"的纯游牧经济方式。但这种改变不是彻底的，更不是完全的。

其次，对牲畜的管理。至少在12世纪时，蒙古牧民就知道分群牧养了。所谓分群牧养，是指大畜之间(如牛、马)、大小畜之间(如牛羊、马羊)不同群放牧。即使是同类牲畜也要雄、雌适当分群。《黑鞑事略》记载，"移刺者，公马也，不曾扇(骟)，专管骒(马)群，不入扇马队，扇马骒马各自为群队也"。又说，在骒马群中，每一匹移刺马要管骒马50～60匹。由于分群牧养，因此对不同的畜群便有专人放牧。牧人的这种趋于专业化的分工，使当时的放牧者都有专门的称谓。如，羯羊倌(亦儿哥赤)、山羊倌(亦马赤)、羊倌(火你赤)、马倌(阿都赤)、驼倌(帖麦赤)、骒马倌(苟赤)、骟马倌(阿塔赤)等。[①]

在牲畜的繁殖上，蒙古族特别注意选配良种和小牲畜出产的季节。为了存优弃劣，蒙古族对不留做种畜的牲畜普遍采用去势术(即阉割术)。如他们对马群中"其牡马留十分壮好者作移刺马种外，余者都扇了"。[②] 这种去势术，不仅对选留良种，而且对牲畜的牧养也有许多好处。如"牡者四齿则扇，故阔壮而有力，柔顺而无性，能风寒而久岁月，不扇则反是耳，易嘶骇，不可设伏"。[③]的确，去势后的马经2～3年在草地放养调驯后，性情遂变温顺。一般不咬人和踢人，乘骑时也感到很平稳。去势术不是蒙古族首创，但蒙古族较合理地普遍运用了这种先进方法。对于

① 《蒙古族简史》，80页，内蒙古人民出版社，1986。
②③ 彭大雅、徐霆：《黑鞑事略》。

牲畜的配种繁殖，蒙古族则多采用春产。因为春季来临，气候变暖，草木变绿，非常适宜小牲畜的生长。据载，“大抵马之驹、牛之犊、羊之羔，每一年一产，产于春月者为佳”。[1] 蒙古族对牲畜的选择良种和适时配种是很有科学性的，对畜牧业发展起了一定的作用。

蒙古族还十分注意对经常骑乘使役马匹的饲养管理。如，“凡驰骤勿饱，凡鞍解，必索之而仰其首。待其气调息平，四蹄冰冷，然后纵其水草”。又在马“寻常正行路时，并不许其吃水草，盖辛苦中吃水草，不成膘而生病，此养马之良法”。[2] 这是蒙古人养马的经验之谈。

第二，伴随着畜牧业的发展，蒙古兽医学也有较大发展。在元司农司所编《农桑辑要》的“孳畜篇”中就对当时北方的兽医技术作了比较好的总结。该书载有马的病状 29 种，治疗方 32 个，另有常服药方；牛的病状 16 种，治疗方 21 个；羊的病状 9 种，治疗方 11 个。在用药方法上，当时还总结出灌服、涂搽、熏蒸、吹鼻、灌耳及脂烙等多种方法。据《清稗类钞》载，元时的兽医大都技术高超，其中有不少是蒙古兽医。[3] 当时有一位著名兽医叫昂吉儿（？—1295 年），虽说他是西夏人，但对蒙兽医学发展确实起过作用。“时国兵初南，塞马当暑，往往疥疠，昂吉儿以所部马入太行疗之，所病良已。由是军中马病者，率以属焉，岁疗马以万数”。[4]

二、医药学

蒙古族医药学具有悠久历史传统，它经过数百年的充实、发

① 萧大亨：《夷俗记·牧养》。
② 《黑鞑事略》。
③ 徐珂：《清稗类钞》第二十册。
④ 《元史》卷 132，《昂吉儿》。

展，现已成为中华民族医药宝库中的一个分支。据现代蒙医史学者的考证研究，蒙医药学在公元13世纪时初步形成并有了一定的医疗理论。[1] 就是说，伴随着蒙古族的兴起，蒙医药学也开始发展起来了。特别是到元代，阿拉伯医学的传入及汉医在蒙古地区的传播、影响，使蒙医学得到了更大发展。蒙医理论体系基本形成，并确定了辨证施治的原则。如在蒙医学中，治疗"脑震荡"时用的就是"以震治震，震静结合，先震后静"的疗法。在医疗技术方面，除了药物疗法外，还有针疗法、灸疗法、正骨疗法、饮食疗法等。据《史集》记载，蒙古人使用过一种叫做"合迪儿"的烈性药。又说，兀剌速惕、帖良古惕、客思的迷诸部"以熟悉蒙古药剂、用蒙古[方法]很好地治病闻名于世"。[2] 在13世纪，蒙古人使用了皮疗术，是把牲畜宰杀后，立刻剥取其皮披在患者身上或裹在患病的部位，进行治疗的一种方法。成吉思汗西征时，一军官布智儿"身中数矢。太祖亲视之，令人拔其矢，血流满体，闷仆几绝。太祖命取一牛，剖其腹，纳布智儿牛腹，浸热血中，移时遂苏"。[3] 蒙古人在屠宰牲畜的实践中，也积累了初步的解剖知识，后来由于战伤骨科发展的需要，又进行了尸体解剖方面的研究。1263年，蒙古军将士赵匣剌在战场上"矢镞中左肩不得出，钦察惜其骁勇，取死囚二人，刲其肩，视骨节浅深，知可出。即为凿其伤，拔镞出之"。[4] 这是在外伤治疗观察中进行对人体解剖的具体事例，它无疑促进了骨伤科的发展。

在饮食疗法上，远古时的蒙古族劳动人民就发明了用饮食

---

① 巴·吉格木德：《蒙医史初探——古、近代蒙医史三大发展阶段》，载《中华医史杂志》，1981(4)。

② 《史集》第一卷第一分册(中译本)，201页。

③ 《元史》卷123，《布智儿》。

④ 《元史》卷165，《赵匣剌》。

治疗某些疾病的简单方法。到了元代，人们在实践中不断地对饮食疗法加以总结和提高，使其逐渐发展成为蒙医学的一部分内容。在元太医忽思慧编写的《饮膳正要》(1330年）一书中，食疗方法占较大部分。如在“食疗诸病”章节中有61个食疗方，这些食疗方大都用食物药品组成方剂，不仅改变了已往纯药品苦口难咽，使之成为适口美味的佳肴，而且这些食物药品，在蒙古地区极容易得到。如，“羊腿肉汤”、“羊脊骨粥”、“牛肉脯”等。延祐年间元仁宗患病，忽思慧就用羊肾一只、羊肉二两、枸杞叶半斤、葱二根、粳米三两煮成粥，每日让仁宗食用。不到3个月，仁宗病愈。该书还记载了马奶酒的性能，“马乳性冷，味甘，止渴，治热”。

蒙古族医学家忽泰必列、萨图穆苏（又叫萨谦斋或萨德弥实）等对汉医学的研究，取得了很好的成就。前者提出了十四经概念，完成了《金兰循经》一书[1]；后者完成《瑞竹堂经验方》专著，是元代一部著名医方类书。

三、天文历算

蒙古民族自漠北兴起时就把长青天奉为神，称天为“腾格里”，无一事不归之于天。贵由、蒙哥汗时，宫廷中就有过许多被称为“星占学家”的术士，他们中不乏精通天文、数术者。这些人主要是为统治者进行“占卜”，预测吉凶。据载，其中一些人还能预言日蚀和月蚀的时间，告诉人们在日蚀或月蚀发生及结束时，可以做什么、不可以做什么等。[2] 当然，作为科学的天文学也正是逐渐地从迷信中分离出来的。在历法方面，由于畜牧业生产，蒙古族人需要了解自然规律，掌握季节变化。因此，他们也有了

---

[1] 李迪：《忽泰必列与〈金兰循经〉初探》，《中国少数民族科技史研究》第三辑，130—137页。

[2] ［英］道森：《出使蒙古记》，216页，中国社会科学出版社，1983。

自己独特的历法内容。如把草木一枯一荣的周期定为一年，把月亮的一个亏盈周期定为一月。在计时上把一天分为晨、午、下午、傍晚和夜间五部分。公元1201年后，蒙古族开始使用十二生肖纪年。如，《蒙古秘史》中常常称“鼠儿年”、“牛儿年”等。1220年，蒙古开始采用“乌兰”(红)、“乌拉嘎钦”、“希日”(黄)、“希日嘎钦”、“查干”(白)、“查嘎钦”、“哈日”(黑)、“哈日嘎钦”、“呼和”(蓝)、“呼格钦”等十种颜色(相当于天干)配以十二生肖(地支)用来纪年。1226年，蒙古族又把“查干萨日”(即农历正月)定为虎月，依次便是兔月、龙月……以后又把十二月依次称为：胡必萨日(一月)、胡吉日萨日、乌格勒斤萨日、胡图格萨日、散拉日萨日、散伊日萨日、浩兰萨日、宝胡萨日、胡査萨日、萨拉巴吐日萨日、伊德勒胡萨日和胡和勒日萨日。[①] 现在这种记月份法已不用了。在数学方面，据记载，蒙哥汗精通术数，能解欧几里得的若干图式[②]，也就是他研究过欧几里得的《几何原本》。

四、印刷、机械及水利

在元代王桢发明木活字前后，蒙古族也使用蒙古文字(即八思巴字)和畏吾儿两种形体的蒙文木活字进行刻板印刷。天历二年(1329年)，元政府设置广成局，专门执掌传刻经籍、印造之事。许多汉文典籍，如《资治通鉴》、《孝经》、《贞观政要》、《大学衍义》、《帝范》等，先后被译成蒙文(有的节译)刻版模印，分赐百官，有的还作为蒙古国子学的教材。印刷术使蒙古文化发展了一大步，同时也加强了各民族之间的联系和文化交流。

在机械方面，蒙古族对车辆的使用是相当普遍的。这是因为，作为游牧民族当“倒场”或在平时，车辆的需要是必不可少

---

① 留金锁：《蒙古史概要》(蒙文)，160～161页，内蒙古人民出版社，1986。

② 《多桑蒙古史》下册，91页注(5)。

的。车辆不只用于搬运什物，还用以运载不必拆卸的帐幕（即毡帐）。据《蒙古秘史》记载，蒙古人使用的车辆有两种，一种称“哈剌兀台・帖儿坚”，一种叫“合撒黑・帖儿坚”（汉译大车）。当时蒙古人的车，有的相当大，周密《癸辛杂识续集》说：“北方大车可载四五千斤，用牛骡十数架之。”鲁不鲁乞也记述为：“……一辆车在地上留下的两道轮迹之间的宽度，为二十英尺。”又说：“我曾经数过，有一辆车用二十二匹（头）牛拉一座帐幕，十一匹牛排成一横排，共排成两横排，在车前拉车。车轴之大，犹如一条船的桅杆。”[1] 从中不难看出，当时蒙古族的造车技术水平是相当高的。

他们居住的帐幕，其制作水平也很高。为适应游牧生活，蒙古族居住的帐幕具有“易拆卸、便携带”的特点。帐幕的结构形状是：“结枝为垣，形圆，高与人齐。上有椽，其端以木环承之。外覆以毡，用马尾绳紧束之。门亦用毡，户向南。帐顶开天窗，以通气吐炊烟，灶在其中。”[2] 徐霆在《黑鞑事略》中也注云：“穹庐有二样：燕京之制，用柳木为骨，正如南方罘罳，可以卷舒，而前开门，上如伞骨，顶开一窍，谓之天窗，背以毡为衣，马上可载；草地之制，以柳木织定硬圈，径用毡挽定，不可卷舒，车上载行，水草尽则移，初无定日。”当时帐幕的规模大小不一，小者不足丈，大者可容纳数百人。由于其形状为圆形，因此具有使用面积大、抗风暴袭击以及冬暖夏凉等许多优点，至今仍深受蒙古族牧民喜爱。

另外，在元代还有一位被称为“鲁班天子”的人物——元顺帝妥欢铁睦尔。据载，他曾亲自设计制造过宫漏（即漏壶）。该宫漏高约六七尺，宽三四尺。其上方有一玉女，并雕凤镂狮，不仅计

1　［英］道森：《出使蒙古记》（中译本），123 页。
2　《多桑蒙古史》上册，28 页

时准确，而且也是一件绝好的观赏品。他还在内苑里亲自设计制造一龙舟，长一百二十尺，宽二十尺。驶动时，龙的口眼头尾都动起来，内有机括，龙爪还会自动拨水。[①]

在水利方面，蒙古族尤为重视。在选择牧场时，先看是不是"水草丰美"，或者在所要选的地方看能不能打井。农业在为蒙古族接受后，蒙古族劳动人民也学会了修筑河渠，引水灌田。如在称海屯田区，蒙古军民修理河渠，灌溉田地数千顷。元朝统治者为恢复发展农业也多次下令在全国各地修筑旧河渠、开凿新河渠。著名蒙古族水利学家吉当普就曾领导过元代修治都江堰的工程。[②]

五、冶铁及手工业

至迟在春秋战国时期，中原地区就已使用了铁器。而在蒙古高原，蒙古民族先民对铁器的使用，与中原人也是基本同步的。如，室韦以能制作精好铜器、铁器著称。[③]以后在北方，蒙古族先民也掌握了冶铁技术。《史集》中记载的源于乞颜的蒙古族"化铁出山"，就较好地说明了这一点。

> "他们找到了一处从前经常在那里熔铁的铁矿产地。他们全体聚集在一起，在森林中整堆整堆地准备了许多木柴和煤，宰杀了七十头牛马，从它们身上剥下整张的皮，[用那些皮]做成了风箱。[然后]在那山坡脚下堆起木柴和煤，安置就绪，使这七十个风箱一齐煽起[木柴和煤下的火焰]，直到[山]壁熔化。[结果]从那里获得了无数的铁"。[④]

---

① 胡侍：《真珠船》卷8。

② 张子文：《吉当普与都江堰》，《中国少数民族科技史研究》第五辑，134～144页。

③ 杨宽：《中国古代冶铁技术发展史》，213页。

④ 《史集》第一卷一分册（中译本），252、301页。

这里我们还看到，蒙古族先民也掌握了鼓风技术，即利用自制的“皮风箱”进行鼓风。兀良合惕人声称：“他们曾帮助并参加过点燃额儿古涅—昆的七十座炉”，迭儿列勒“曾以七十风箱熔化铁山”。[①]

蒙古先民的冶铁技术，影响和推动了后来的锻铁业和铁器制作业。《史集》中还说，成吉思汗世系的“氏族中有这样一种习俗和规矩：他们在除夕之夜，准备好风箱、熔铁炉和煤，把少许的铁烧红，放到砧子上锤打，展延[成条]，[对自己的解放]表示感激”。国外学者H.H.捷列霍娃在她的《古代蒙古城市的铁器制作业》一文中指出，13世纪的蒙古两座城市哈剌和林和黑尔黑勒(ХИрхиры)已有了良好的金属加工作坊，并且在13世纪初，蒙古人就具备了锻造铁器技术。[②]

根据出土铁器及对其研究，当时的蒙古人不仅能制造铁锅、铁钉、凿冰铁杵、犁铧、斧、刀、车轴、秆砣和铁锁等一系列日用铁制品，而且还懂得如何选材造物。如“制作优质器(如斧、刀和剪刀)或者用钢，或者用钢与熟铁锻合”，“用原钢制作像马蹄铁、锥、箭簇等必需符合一定技术要求的器物”。[③]由于当时蒙古锻铁业的发达，生产出来的铁器(尤其兵器)质量是相当好的。普兰诺·加宾尼在他的《蒙古史》中认为，要同蒙古人交战，应配备较好的武器。弓箭“其箭头应该按照鞑靼人的办法，在它们烧热时浸在盐水中淬火，使它们达到足够的硬度”。[④] 因为蒙古人的弓箭，其“箭头是非常尖锐的，箭头两边磨得很锋利，好似一把两边有刃的剑”。[⑤]据说他们还能制造出带响的箭，即鸣镝。其“箭镞

---

① 《史集》第 卷 分册(中译本)，252、301页。

②③ [苏]H.H.捷列霍娃：《古代蒙古城市的铁器制作业》，载《蒙古学资料与情报》，1986(1)。

④⑤ [英]道森：《出使蒙古记》，45、33、37页，中国社会科学出版社，1983。

是银制的，布满洞孔。当这种箭射出去时，发出像吹笛似的响声”。[1] 除此之外，蒙古人使用的剑、矛、刀、斧、枪等兵器的质量也是相当好的。这些兵器为蒙古军西征及转战南北取得胜利，发挥了一定作用。

另外，蒙古族与畜产品加工有关的手工技术也很发达。如，用皮革制甲胄、鞍辔、皮囊；用毛碾毡、制绳；以筋做线及弓弦；以骨做矢镞；用角制做器皿等。值得一提的关于马奶酒的制做方法。《黑鞑事略》记载为："马之初乳，日则听其驹之食，食则聚之以沛（手捻其乳曰沛），贮以革器，澒洞数宿，味微酸，始可饮。"鲁不鲁乞出使蒙古时曾看到酿造马奶酒的现场，他写道：

> "当他们收集到大量马奶时——马奶在新鲜时同牛奶一样的甜——就把奶倒入一只大皮囊里，然后用一根特制的棒开始搅拌，这种棒的下端像人头那样粗大，并且是挖空了的。当他们很快地搅拌时，马奶开始发出气泡，像新酿的葡萄酒一样，并且变酸和发酵。他们继续搅拌，直至他们能提取奶油。这时他们尝一下马奶的味道，当它们相当辣时，他们就可以喝它了"。[2]

元代时蒙古族的科技成就，不仅是以上几个方面。随着今后的研究深入，相信将会有更多的科技成就被挖掘出来的。

（刘长春）

---

①②　［英］道森：《出使蒙古记》（中译本），33、177、116 页。

第四章　西部与南部各民族的科技

宋、元时代除北方的契丹、女真、党项、蒙古等民族在科学技术的各个领域取得成就外，回回、色目人在科学技术方面也都取得了很好的成就。由于回回和色目人多少有些差别，所以本章各自设为一节，分别讨论。

在宋、元时代，南方和西南方还有许多少数民族，如苗、瑶、白、彝、藏、壮、黎等，他们都有很长的历史，前面已多次讨论到，而且以后也还要涉及，因此这里合为一章。

第一节　元代回回人的科技贡献

自13世纪初，大批信仰伊斯兰教的中亚细亚人、波斯人和阿拉伯人到我国定居，在与汉、维吾尔、蒙古等民族相处的过程中，发展成一个新的民族——回回民族。还有一些大食人自唐代以来就陆续来我国经商和居住，他们的后代到元代也成为回回族的一部分。回回族人民对我国科学文化的发展曾有过独特的贡献。他们把波斯、阿拉伯的天文历算、医药学和地学等方面的知识传入我国。许多回回人一直从事科学技术工作，对元代科学技术的发展作出了重要贡献。下面从天文、数学、医药、地学和工程技术等几方面对回回族的科技成就加以论述。

一、天文学

回回天文学家把波斯、阿拉伯的天文历法知识传到了我国，促进了我国天文事业的发展。回回天文历法在元朝一直很受重视，忽必烈继汗位前就曾下令召“回回为星学者”，札马鲁丁等一

批回回天文学家应征从中亚东来。[1]中统年间(1260～1264年)，元朝设立了西域星历之司，忽必烈命拂菻(叙利亚)人爱薛主持这一机构。[2]至元四年(1267年)，札马鲁丁曾"进万年历，世祖稍颁行之"。[3]同年札马鲁丁还制造了七种天文仪器，名称都是阿拉伯文的音译，如"咱秃哈剌吉"(多环仪)、"咱秃朔八台"(方位仪)、"鲁哈麻亦渺凹只"(斜纬仪)、"鲁哈麻亦木思塔余"(平纬仪)、"苦来亦撒麻"(天球仪)、"苦来亦阿儿子"(地球仪)、"兀速都儿剌不定"(观象仪)。[4]这些天文仪器都是阿拉伯系统的，它们与同时期波斯著名科学家纳速剌丁·途思在伊儿汗国马拉加天文台所造天文仪器基本相同。札马鲁丁研制的天文仪器被安置在上都的回回司天台中，对元代的天文观测和天文事业的发展起过重要作用。尽管它们没有和中国传统天文学结合起来，但其中有些仪器对元代天文学家郭守敬设计制造的某些天文仪器仍有较大的影响[5]，因而对推动中国传统天文学的发展也是有所贡献的。

元政府在至元八年(1271年)在上都设立了回回司天台，由回回人和色目人(主要是回回科学家)主持天文观测，札马鲁丁为第一任提点。至元十年(1273年)回回司天台归秘书监管理，札马鲁丁任秘书监，并兼管回回司天台。回回司天台后改名为回回司天监，它与另一个由汉族天文学家主持的司天监并行，一直是官方重要的天文机构。在回回司天监有一批回回天文学家进行天文观测和编制回回历的工作。如回回天文学家可马剌丁、占

① 《元史》卷90，《百官六》。

② 《元史》卷134，《爱薛传》。

③ 《元史》卷52，《历志》。

④ 《元史》卷48，《天文志·西域仪象》。

⑤ 陆思贤、李迪：《元上都天文台与阿拉伯天文学之传入中国》，载《内蒙古师院学报》(自然科学版)，1981(1)，80～89页。

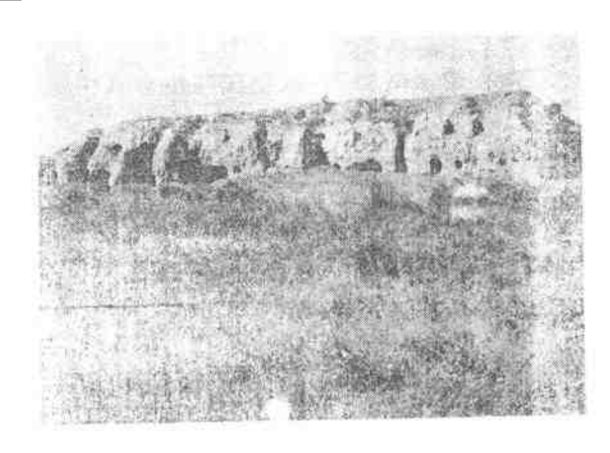


图 2.4.1.1

思丁等曾长期在那里从事回回天文历法工作。回回天文台有一定规模,其中配备的仪器有些是大型的,如平纬仪就需“为屋五间”。[1] 回回司天监是一个专业分工细、人员配备齐全的机构,它的官员品位也较高。回回司天监曾升正三品,后复正四品。[2] 它的官品以及人员的编制与大都太史院相同。回回司天监在元代的地位是相当高的。

编制回回历书是回回司天监的一项重要任务。回回司天监每年编制并颁行回回历书,以满足回回人和信奉伊斯兰教的各族人民在经济和宗教文化生活中的需要。安西王忙哥剌所统治的关陇河西地区,是西域到中原的冲要地带,回回历需求量很大,回回司天监曾为安西王“每岁推算写造回回历日”[3],以便向封领地内的穆斯林颁布使用。当时回回历流传到了中国许多地方。据《元史》载,天历元年(1328 年)曾印行回回历“五千二百五

---

① 《元史》卷 48,《天文志一》。

② 《元史》卷 99,《百官六》。

③ (元)王士点、商企翁:《元秘书监志》卷 7。

十七本"。[1]有人认为这仅是包括在大都印刷行销的数量。[2]元朝政府曾下令"禁私鬻回回历"[3],说明民间也有人印造回回历出售。由此可知,回回历在元代十分流行。

在元秘书监藏有供回回司天监使用的多种回回书籍。[4]这些书籍大都是阿拉伯文写成的科学著作。其中天文著作如《麦者司的造司天仪式十五部》,据考是希腊天文学家托勒密的《天文集》[5];《积尺诸家历四十八部》,"积尺"是阿拉伯文"天文历表(Zij)"的音译,有学者推测它是1272年在马拉加天文台完成的"伊利汗天文表",此书吸收了希腊、阿拉伯、波斯以及中国天文学的成就,故称"诸家历"。[6]这些著作无疑是回回科学家带来的。在元代,回回天文学家与中亚细亚天文学家的关系一直十分密切,他们对于中外天文学方面的交流也有一定贡献。

二、数学

在阿拉伯天文历法传入中国的同时,相应的数学知识也传入了中国。回回天文历算家在推算历法时一般都要用到阿拉伯的数学知识。元秘书监所藏的回回书籍中可确定为数学著作的书籍有:《兀忽烈的四擘算法段数十五部》;《罕里速窟允解算法段目十三部》;《撒唯那罕答昔牙诸般算法段目并仪式十七部》;《呵些必牙诸般算法八部》。

上面所列书名主要是根据阿拉伯文的音译,其意义还不十分清楚,一些学者作过解释和推测。第一种中的"兀忽烈的",一

---

① 《元史》卷94,《食货二》。

② 余振贵:《回回司天台的建立和演变》,《中国少数民族科技史研究》第一辑,71～85页。

③ 《元史》卷7,《世祖本纪》。

④ 《元秘书监志》卷7。

⑤ 马坚:《〈元秘书监志·回回书籍〉释义》,载《光明日报》,1955(7)。

⑥ 沈福伟:《中西文化交流史》,271～272页,上海人民出版社,1985。

般认为是 Euclid 的最早译名，而此书即为《几何原本》15 卷本。[1] 第二种“罕里速窟”有人认为是摩洛哥数学家哈桑·马拉喀什（卒于 1262 年）的省译，这部书是他的《始终归元论》，又名《原理与答案》，“允解算法”为中译名。[2] 第三种“撒唯那罕答昔牙”，有学者解释为阿拉伯文“几何学”的音译，“诸般算法段目并仪式”是译名。[3] 第四种“呵些必牙”很可能是 Aliabr 的音译[4]，这部书可能是阿拉伯大数学家花拉子米的代数学著作。

《几何原本》在元代传入中国的说法是可信的。据拉施特《史集》载，蒙哥具有解说 Euclid 之若干图式的知识，他还注意到中亚著名科学家纳速拉丁·途思。蒙哥在派旭烈兀西征时曾命把途思送回中国。当时宫廷中可能有途思注释过的《几何原本》。

1956 年冬在陕西元代安西王府的旧址发掘出 5 块铁板，其上刻有六阶阿拉伯数码的幻方，其意义与中国的“纵横图”一样（见图 2.4.1.2）。[5] 据考证，铁板是至元十年（1273 年）修建宫室奠基时埋入的。[6]据《元秘书监志》卷七载，至元十五年（1278 年）可马剌丁等回回天文学家曾为安西王推算历法。这几件幻方铁板，可能是早些时候可马剌丁等人书写出来交工匠铸造的。至迟在西汉初期，我国就有了世界上最早的三阶幻方，但很长时期内没有什么发展。直到宋末，在数学家杨辉的《续古摘奇算法》（1275 年）中才出现了多种三阶以上的幻方，其中包括十阶幻

① 严敦杰：《欧几里得几何原本元代输入中国说》，载《东方杂志》39 卷，1943（13），35～36 页。

② 沈福伟：《中西文化交流史》，278 页。

③ 马坚：《〈元秘书监志·回回书籍〉释义》，载《光明日报》，1955（7）。

④ 李俨：《中算史论丛》第五集，165 页，科学出版社，1955。

⑤ 李俨：《阿拉伯输入的纵横图》，载《文物参考资料》，1958（7），18～20 页。

⑥ 夏鼐：《考古学和科学史》，65～67 页，科学出版社，1977。

方。但杨书似应在铁板幻方之后，因此这几件幻方是目前所知的在我国出现最早的六阶幻方。1980 年上海又出土了一枚元代的玉质佩挂四阶幻方①，这可能也是回回人带来或制作的。这一幻方具有全对称性，反映出很高的数学水平。

28	4	3	31	35	10
36	18	21	24	11	1
7	23	12	17	22	30
8	13	26	19	16	29
5	20	15	14	25	32
27	33	34	6	2	9

图 2.4.1.2 元代铁板上阿拉伯幻方今释

阿拉伯的土盘算法在元代也随回回历法一起输入我国。元末明初，这种算法还是回回司天监通用的算法。当时也称回回历为"土盘历"或"土板历"。

元代有许多回回人通晓数学，如赡思（又称沙克什，1278～1351 年）、丁鹤年（1335～1428 年）等都精通数学。回回学者赡思著有《重订河防通议》一书，其中一部分专讲计算方法，并且把当时先进的天元术用于解决工程中的计算问题。他对天元术等中国数学方法的推广和应用是有贡献的。

三、医药学

回回医药作为元代医药学的组成部分，在当时影响很大。前已述及，元朝政府设有回回医药机构，专掌"修制御用回回药物

---

① 载《文汇报》，1980(12)。

及和剂，以疗诸宿卫士及在京孤寒者”。[1] 在大都、上都分别设立了回回药物院，也掌“回回药事”。[2] 主持回回医药机构的人都是回回医生和其他色目人医生。回回人聂只耳曾主持广惠司的工作。

回回医官的医术比较高明，聂只耳曾为顺帝皇姊的驸马刚哈剌咱庆王治好诸医束手无策的异症。[3]《辍耕录》中载有回回医官为人治病的某些事例，一些回回医生的医术被誉为奇术。据载有的回回药“可治一百二十种证，每证有汤引”。[4]回回医药当时在民间也十分流行，不少回回和色目商人以经营回回药为业。在元代杭州城内，来自埃及的富商鄂拖曼曾开办过规模很大的阿拉伯式医院。当时“疾病之人，居其医院者甚众”。[5] 在元人的笔记小说中还记有不少回回医术治病奇效的故事。随着回回医药的流行，其某些精华部分也逐渐被吸收为中国医药学的一部分，明代大医学家李时珍的《本草纲目》著录了许多回回药物和医法，由此可知回回医药学影响之深远。

在元秘书监的回回书籍中，有一种医书作《忒毕医经十三部》。[6] 据考可能是阿拉伯医学家阿维森纳的医学巨著《医典》。[7] 北京图书馆藏有《回回药方》残本四册，可能是明初参考元代阿拉伯医书编译成中文的。有学者认为是阿拉伯医学家拜塔尔的名著《简球法》[8]，也有学者认为可能是根据秘书监所藏的医书

① 《元史》卷134，《爱薛传》；卷88，《百官志四》。
② 《元史》卷88，《百官志》。
③④ 《辍耕录》卷9，《奇疾》，卷7，《火失剌把都》。
⑤ 张星烺编：《中西交通史料汇编》第二册，87页。
⑥ 《元秘书监志》卷7。
⑦ 沈福伟：《中西文化交流史》，280页。
⑧ 冯家升：《从历史上看阿拉伯和中国的友好关系》，载《光明日报》，1955(6)。

编译而成的。[1] 但从此书残本的某些内容看，该书以阿拉伯医学为主，同时也掺入了某些中医药学的内容，它虽是参考阿拉伯医学原著编成的，但并不是原著的中译本。

四、地理与制图

回回人在地理、测绘和航海等方面的成就也比较突出。

《元大一统志》除有文字性的全国地理志内容外，还有大小两种地图相配合。每一路之卷首附有彩色地理小图，在此基础上绘制了一幅彩色"天下地理总图"，是为新的工作。编辑这部全国地理志和绘制全国大地图的工作，回回科学家札马鲁丁是业务上和学术上的负责人。参加这项工作的人员很多，其中有回回族、汉族、蒙古族、维吾尔族等。在地理志成书后，又陆续搜集到《云南图志》、《甘肃图志》等一些边远地区的图志资料，由孛兰禧、岳铉主持修订工作，于大德七年（1303 年）最后成书。全国彩色大地图也于同年完成。[2]

《元大一统志》是我国古代内容最为丰富的一部全国性地理志。可惜这部书已大部分散佚，保留下的残本和后来的辑本只是原书内容的一小部分，但这些材料对于现今研究历史、考古、地质、地理仍有很大的参考价值。元代所绘全国彩色地图在我国地图史上占有一定地位。尽管我国早已有了彩色地图，但绘制这样的全国性彩色大地图在此之前未见有明确记载。根据文献记载，这一地图无论从地理范围看，还是从技术水平看都是前所未有的。[3]

阿拉伯的地理知识也由回回人传入中国。札马鲁丁设计的

---

① 沈福伟：《中西文化交流史》，280 页。

② 《元秘书监志》卷 4。

③ 李迪：《元朝政府编辑全国地理志和绘制彩色地图的经过》，载《内蒙古师院学报》（自然科学版），1980(1)，58～62 页。

7件仪器中有一件是地球仪，《元史》中有专门的描绘："其制以木为圆球。七分为水，其色绿；三分为土，其色白；画江河湖海，脉络贯穿其中。画小方井，以计幅圆之广袤、道里之远近"。[1]"画小方井"大概是指经纬线。这是我国科学史上的第一个地球仪。在修《元大一统志》时，曾令各行省进呈本省地图及图志，可能同时也要各藩国把地图资料送来。秘书监的一个奏文中说："在先汉儿田地些小有来，那地里（理?）的文字册子四五十册有来，如今日头出来处、日头没处都是咱每(们)的，有的图子有也者，那远的他每（们）怎生般理会的？回回图子我根底有，都总做一个图子呵，怎生么道奏呵？"[2] 所谓"回回图子"，无疑是阿拉伯地图资料，可能包括伊利汗国的地图。在秘书监的回回书籍中，有一种为《海牙剔穷历法段数七部》，据考可能是一套有关天文和地理的著作。[3]在地理知识上，当时阿拉伯比我国先进的地方是有了经纬线概念和更广阔的地域知识。这些地理知识对元代地理志的编纂和大地图的绘制显然会有很大的影响。元代的"天下地理总图"，在地理范围上可能也包括伊利汗国在内。元代著名的回回学者赡思写过不少地理学著作，见于书目的有《镇阳风土记》、《续东阳志》、《西国图经》等。《西国图经》无疑把波斯、阿拉伯的地理知识介绍到了中国，可惜这部书早已失传了。

阿拉伯、波斯人在中古时期也掌握了较先进的航海技术。据《秘书监志》记载，元朝曾专门派人到泉州向来自中亚等地的商人搜集回回海道指南(Rahnama)。中国与波斯、阿拉伯航海技术方面的交流，对当时航海技术的发展有一定的促进作用。

---

① 《元史》卷48，《天文志一》。
② 《元秘书监志》卷4。
③ 马坚：《元秘书监志·回回书籍》释文》，载《光明日报》，1955(7)。

五、工程技术

回回人对元代工程技术的发展也有重要贡献，其中在建筑、水利和兵器制造方面的成就最为突出。

回回人也黑迭儿(即亦黑叠儿)是一位出色的建筑专家，其子马哈马沙也是工程技术专家，他们世代主持元朝工程部门的工作。也黑迭儿曾任茶迭儿局诸色人匠总管府达鲁花赤，兼领宫殿。他曾参加元大都城的建造工作，是这项工程的主持者之一。他在元大都城的规划和勘测设计方面起了重要作用。据《马哈马沙碑》载，在主持大都城的建设规划中，"也黑迭儿，受任劳俦，夙夜遑，心讲目标，指授肱麾，咸有成画"。[①] 元大都的设计，为了显示元朝的强盛和威严，"故采中国制度，而行以威加海内之规模"。大都城规模宏大，庄重华丽。它的平面接近正方形，有城郭二重。宫殿平面用工字形。建筑结构和形式虽承宋代旧制，但在砖石结构、材料和装饰方面有所创新，同时也采用了一些西域民族的建筑造型和技巧，如盏殿顶(瓢状)和"畏吾儿殿"以及"棕毛殿"等则是全新的式样。此外在宫廷布局方面也较以前有了进一步发展。

也黑迭儿对园林建筑也十分注意，中统四年(1263年)，他曾奏请修建琼花岛(今北海公园琼华岛)，第二年元世祖采纳他的建议，下令修筑。[②] 这对于增进大都城的观瞻无疑是有益的。

回回人还重新修建了一些伊斯兰教建筑。如至正年间曾重建广州怀圣寺塔(唐代始建)。杭州真教寺创建于宋元时期。明弘治六年(1493年)"杭郡重修真教寺碑记"称该寺创于至元十

---

① 欧阳玄：《圭斋集》卷9，《马哈马沙碑》。

② 《元史》卷5，《世祖本纪二》。

八年(1281 年)[1] 清康熙九年《真教寺碑记》载:"创于唐,毁于宋。元辛巳年,有大师阿老丁者来自西域,息足于杭,瞻遗址,而慨然捐金为鼎新之举。表以崇闳,缭以修庑,焕然盛矣。"[2] 真教寺现存礼拜殿为砖砌"无梁殿",系元代建筑,这也是古代穹窿顶结构在殿堂建筑中应用较早的实例。殿面阔三间,每间顶部各做一穹窿顶。在方形墙体与圆顶之间,以叠涩方法砌出三角形扇面拱,使方形墙角逐渐过渡到圆顶拱脚。三个穹窿顶上冠以八角(中心)和六角(两旁)攒尖顶,建筑造型独具特色。除了采用阿拉伯式的穹窿顶结构外,许多细部如门头、壁龛线角也为阿拉伯式,但屋顶已采用汉族传统建筑形式,这是元代回回民族所创建的一座中国与阿拉伯传统形式相结合的建筑。这一殿堂显示了很高的建筑艺术水平。

回回学者赡思在水利工程技术上有重要贡献。他的《重订河防通议》一书是现存最早的一部治河技术专著。这部书是根据宋人沈立的《河防通议》(汴本)和金朝都水监的同名书(监本)删改增订而成的。《重订河防通议》一书不仅保留了宋、金水利技术的珍贵史料,而且对元代的治河技术经验也作了总结,同时也提出了一些自己的见解。此书对治河技术的具体方法和措施详加论述,克服了正史中的水利文献"仅载治水之道,不言其方,使后世任斯事无所考"的缺点。《四库全书提要》评价此书:"其为是书分门者六,门各有目。凡物料、功程、丁夫、输运以及安桩、下络、垒埽、修堤之法,条列品式,灿然咸备,足补列代史志之阙。"赡思精通水利和地理,至正年间黄河决堤,曾诏他参加议论治河方案。他在《重订河防通议》中对修堤土质的鉴别和选择首次作了系统

---

① 方叶:伊斯兰教东来与我国沿海几处清真古寺始建考,《回族史论集》,104~106 页,宁夏人民出版社,1983。

② 纪思:《杭州的伊斯兰教建筑》,载《文物》,1960(1),67~68 页。

的阐述[1];对水利工程中的材料和人工预算作了全面详细的说明。书中还记载了各种物料的脚运、陆运、水运的定额。对治河的物料均规定有单位体积重量。对修筑堤工坝埽等工程也制定了定额。这无疑为拟定工程计划和施工方案提供了比较科学的依据。此外,赡思对拧打绳索的规格、修埽工料、开河挖土等计算方法都作了系统论述。

回回人赛典赤·赡思丁出任云南平章政事时,曾主持增修了不少水利工程,对滇池灌区的水利事业作了许多有益的工作。他主持的工程主要有三项。一是疏浚海口。海口是滇池唯一的出口处,因长期失修,逐年淤塞。在赡思丁的领导下,不但疏通了海口,而且解决了"正途壅底"的问题,即对海口以上河道加以疏通。这次疏浚工程成绩显著,"得壤地万余顷,皆为良田"。[2]其二是增修松花坝。松花坝修筑于风岭、莲峰二山之间的盘龙江上,坝上设有闸门,可以分盘龙江水和金汁河。其三是增修南坝闸。据景泰六年(1455年)陈文撰《南坝闸记》说:"元时云南平章政事赛典赤增修之,民甚赖焉。"[3] 南坝闸为节制闸,水多时可减缓水流对滇池的压力,水少时则加以拦蓄,保证水源以利灌溉。

中世纪阿拉伯和波斯的造砲技术十分发达,回回人将其砲术传到了中国。据郑思肖《心史》称:"其回回砲法,本出回回国,甚猛于常砲。至大之砲,就地立穽,砲石大者数尺,堕地则陷入三四尺。如欲击远,退而发之,欲近则反追前。"[4] 至元八年(1271年),忽必烈派人向其宗王阿不哥征求砲匠,"王以阿老瓦丁、亦思马因应诏,二人举家驰驿至京师,给以官舍,首造大砲竖于五

① 沙什克:《重订河防通议》卷上,《辨土脉》。
② 《元史》卷167,《张立道》。
③ 《新纂云南通志》卷139。
④ 郑思肖:《心史》卷下,《大义略序》。

门前。帝命试之,各赐衣段"。[1] 元朝很注意使用回回砲。元军在进攻襄阳时,回回砲在战争中发挥了巨大的威力。至元十年(1273年),元军"攻襄阳未下,亦思马因相地势,置砲于城东南隅,重一百五十斤,机发,声震天地,所击无不摧毁,入地七尺"。[2] 以后忽必烈十分重视回回砲的制造。至元十六年(1279年)"括两淮造回回砲新附军匠六百人,及蒙古、回回、汉人、新附人能造砲者至京师"。[3] 回回砲与宋代的抛石机原理基本相同,但威力要大得多。北宋时的兵书《武经总要》前集介绍了16种抛石机,其中抛射重量最大的是"七梢砲",抛射石头的重量可达到45千克,但拽手人数却多至250人。而"单梢砲"与"旋风砲"只能抛射1～1.5千克的石头,射程也只有50步。相比之下,回回砲要远胜宋代的抛石机。回回砲不但能发射75千克的石头,而射程也很远。《元史·世祖本纪》载:"回回亦思马因创作巨石砲来献,用力省而所击甚远,命送襄阳军前用之。"[4] 这说明回回砲在元代是一种比较先进的重型武器,破坏力很强,直到明代初期一直还在使用。

元代设有造回回砲的机构,《元史·百官志》载:"回回砲手军匠上万户府,秩正三品。至元十一年(1274年),置砲手总管府。十八年(1281年),始为都元帅府。二十二年(1285年),改为万户府。后定置达鲁花赤一员,万户一员,副万户一员……镇抚二员。"[5] 这个机构相当大,是负责元代兵器制造的一个重要部门。砲手总管府总管先由亦思马因担任,他死后此职由其子布伯

① 《元史》卷203,《阿老瓦丁》。
② 《元史》卷203,《亦思马因传》。
③ 《元史》卷98,《兵志一》。
④ 《元史》卷7,《世祖本纪四》。
⑤ 《元史》卷128,《百官二》。

承袭。后来由布伯任回回砲手军上万户，阿老瓦丁为副万户。回回砲的制造技术主要掌握在回回砲手之中，后来也为各地各族人所了解、掌握。至治三年(1323 年)，又“遣回回砲手万户，赴汝安、新蔡，尊世祖旧制，教习砲法”。[1] 这使回回砲术在更广泛的范围内传播开来。　(冯立升)

第二节　畏吾儿及其他色目人的科技成就

色目人是元代对蒙古人以外的西北各族和人居中国的中亚以至欧洲各民族的总称。据元末陶宗仪《南村辍耕录》载，色目人有 31 种，如钦察、唐兀、阿速、秃八、康里、畏吾儿(也写作畏兀儿)、回回等。在其中有重出和漏错之处，漏落的有斡罗思、拂菻等。色目人诸族的后裔有许多分布在我国西北及西藏等地，也有些散居全国各地(如回回)，他们已成为祖国大家庭的一部分。色目人曾和汉族人民一起对我国历史的发展起过重要作用。在元代，色目人不但对中西科技文化交流有特殊的贡献，而且对我国科学技术事业的发展、繁荣也做出了重大贡献。在上一节我们对回回族的科技贡献已作了专门介绍，本节主要介绍畏吾儿(维吾儿)族及其他色目人在科学技术上的主要成就和贡献。

畏吾儿、拂菻和康里人在天文学方面都有一定贡献。前面提到的爱薛就是拂菻的一个聂思脱里派基督徒，《元史》本传称他“于西域诸国语、星历、医药，无不研习”。他很早就受到忽必烈的赏识，中统四年(1263 年)受忽必烈之命掌管西域星历、医药二司。[2] 爱薛还在回回司天监主持过天文观测和历法工作[3]，对元代的天文事业有一定的贡献。色目人撒里蛮和阿鲁浑萨里也曾

① 《元史》卷 128，《阿里海牙》。
② 《元史》卷 134，《爱薛传》。
③ 《元秘书监志》卷 7。

主持过天文历法工作。① 阿鲁浑萨里是畏吾儿人，据《元史》本传和其他材料载，他对"经史百家及阴阳、历数、图纬、方技之说皆通习之"，且尤精于天文学。② 至元二十年(1283年)，"有西域僧自言能知天象，译者皆莫能通其说"。元世祖召阿鲁浑萨里"与论难"，结果"僧大屈服"。这说明阿鲁浑萨里在天文学上有很高的水平。他曾长期兼太史院事或"领太史院事"，主持元朝的天文历法工作。③ 此外，阿鲁浑萨里(即阿剌浑撒里)还兼管过"画地理图本"的工作，他是兼管《元大一统志》编制工作的最高行政长官。④ 阿鲁浑萨里对元代的天文、地理工作是有所贡献的。

康里人达识帖睦迩曾主持过重建南宋吴山天文台的工作。⑤ 据(康熙)《浙江通志》载："浑仪台，在吴山至德观，元丞相达识帖睦迩重建，有浑仪测验所。"《杭州府志》也有同样的记载。这里所说的元丞相是指浙江省左丞相，据《元史》本传载，达识帖睦迩于至正十五年(1355年)"出为浙江行省左丞相"、重建吴山天文台当在至正十五年至二十四年(1355～1364年)任职期间。吴山天文台建于南宋绍兴年间，到元代已废弃不用，重修后的天文台是否进行过天文观测活动，现已无从详考。

在航海方面，畏吾儿人亦黑迷失的航海活动对元代的航海事业起到了一定的促进作用。至元九年(1272年)，亦黑迷失奉世祖命出使八罗孛国，十一年"偕其国人以珍宝奉表来朝"。次年又使其国，与其国师以名药来献。至元二十一年(1284年)，又复

---

① 《元秘书监志》卷7。

② 《元史》卷130；赵孟頫《松雪斋集》卷7，《赵国公全公神道铭》。

③ 《元史》卷130，《阿鲁浑萨里传》。

④ 冯立升：《元代色目人对科学技术的贡献》，载《中央民族学院学报》，1983(6)，24～28页。

⑤ 郭世荣：《元代重建南宋吴山天文台初探》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，80～88页。

命使海外迦剌国(今斯里兰卡)。至元二十四年(1287年)曾出使马八儿国(今印度东南部),因"浮海阻风",经一年方才到达。亦黑迷失"得其良医善药,遂与其国人来贡方物,又以私钱购紫木殿材献之"。忽必烈以他四次渡海,备尝艰辛,赐其玉带,且封资德大夫,遥授江淮行尚书省左丞,行泉府大卿。至元二十九年(1292年),亦黑迷失与史弼、高兴任平章政事,统兵进占城(今越南南部)。当时"诏军事付弼,海道事付亦黑迷失"赴爪哇等地,可见亦黑迷失十分熟悉东南亚海上航道。不久又"谕降南巫里(苏门答腊西)、迷木都剌(苏门答腊)、不鲁不都、八剌剌诸小国"。[1] 亦黑迷失的航海活动年代较早,在我国航海史上占有一定地位。

在元代,回回医药由色目人掌管,除回回人外,其他色目人,如畏吾儿人、拂菻人也对回回医药的传播和发展作出了重要贡献。元代一些重要的回回医药机构是由拂菻人爱薛创办的。爱薛本人精通回回医术,中统四年(1263年)他受命掌管西域医药司,他还在大都创办了京师医药院。1273年这两个机构合并,改名为广惠司。[2] 广惠司秩正三品,爱薛为第一任提举。爱薛之子鲁合后来也主持过广惠司的工作。[3] 畏吾儿人答里麻曾"授御药院达鲁花赤,迁回回药物院"。[4] 在回回医药机构中任职的色目人医官对回回医药的传播无疑起了重要作用。畏吾儿人月举连赤海牙曾"奉命修麴以疗师疫",因治疫活人而获嘉奖。[5]

在农业科技方面,色目人的贡献十分突出。由于色目人大批

---

① 《元史》卷131,《亦黑迷失传》。
② 《元史》卷8,《世祖五》。
③ 《元史》卷134,《爱薛传》。
④ 《元史》卷144,《答里麻传》。
⑤ 《元史》卷135,《月举连赤海牙传》。

入居内地，带来了西域的一些农作物，丰富了我国内地的农产品种。除了葡萄等一些水果外，棉花种植技术的传入十分引人注意。棉花种植在元代得到普及，其来源一是从南方少数民族学，二是由西北少数民族，特别是维吾尔族传来。《农桑辑要》载："苧麻本南方之物，木棉亦西域所产。近岁以来，苧麻艺于河南，木棉种于陕右，滋茂繁盛，与本土无异。"[①] 邱濬《大学衍义补》卷二二称："汉唐之世，远夷多以木棉入贡。中国未有其种，民亦未以为服。宋元之间，始传其种，以入中国。关陕、闽广，首得其利。盖此物出于外夷，闽广海通舶商，关陕接近西域故也。"元代有大批应征军役的色目人入内地屯田，回回、畏吾儿、钦察、康里、斡罗思、唐兀等色目人曾在不同地区大规模屯田，他们对元代农业的发展起到了直接的促进作用。[②]

元代三大农书之一的《农桑衣食撮要》是维吾尔族农学家鲁明善编写的。鲁明善，名铁柱，出生于高昌回鹘王国。他曾在安丰路、来平路、池州府任职，后又转监衡州、桂阳、靖州，"连领六郡，五为监，一为守"，政绩卓著，声振朝野。[③] 在安丰路任达鲁花赤期间，鲁明善"修学校，亲帅弟子为之讲明；修农书，亲劝耕稼；从义役，而民力始均；理狱讼，而曲直立判"。[④] 他的农学专著《农桑衣食撮要》成书于延祐元年(1314 年)[⑤]，以后又多次刊行。

《农桑衣食撮要》是一部月令体裁的农书，也是我国古代最优秀的农家月令书之一。全书约11 000字，但内容非常丰富，凡气象、水利、农耕、畜牧、园艺、蚕桑、竹木、果菜以及农产品的收

① 元司农司撰《农桑辑要》卷 2。
② 匡晔：《元代色目人对中国经济文化的贡献》，载《史学月刊》，1958(9)。
③ 张秉伦：《鲁明善在安徽(摘要)》，《中国少数民族科技史研究》第三辑，85～88 页。
④ [元]虞集：《道园类稿》卷 43，《靖州路达鲁花赤鲁公神道碑》。
⑤ 《农桑衣食撮要·序》。

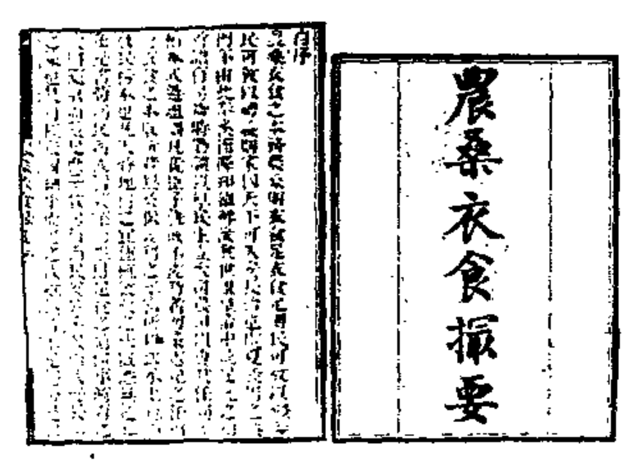


图 2.4.2.1

藏、腌制等农事活动及农家日常生活知识，都有较为详细的记述。此书虽多取材于元司农司《农桑辑要》，但也增加了不少适合江南地区情况的资料，如四月“做笋干，煮新笋”，八月“取漆”，十二月“收鳜鱼”等，都是中原黄河流域所没有的。此书不但条理井然，而且大删月令书中的礼俗、迷信内容，也是一大进步。《四库全书总目提要》评价此书说：“明善是书，分十二月令，件系条别，简明易晓，使种艺敛藏之节，开卷了然。善以阴补《农桑辑要》之所未备，亦可谓能以民讲求实用者矣。”此书还强调农、林、牧、副多种经营和综合利用，并力争能在此基础上通过商品交换取得更大的经济效益，反映了鲁明善已具有一定的经济思想。此外在书中还记述了一些畜牧业生产经验，说明他对牧业生产技术知识也是非常熟悉的，这与他出身于新疆维吾尔族，与游牧民族有天然的联系分不开。鲁明善的著作既继承和发扬了汉族地区农业技术的优良传统，又吸收了少数民族在牧业生产上的好经验，充分体现了我国各族人民的智慧和才能。

在兴修水利方面，色目人也做出了贡献。据苏天爵《元朝名臣事略》和《元文类》及《元史》等记载，至元十二年(1275年)元军攻下江陵后，元世祖派廉希宪(畏吾儿人)主持政务。廉到任后，把宋军为防御元军进攻而蓄水淹没的江陵城北大片地区的清水排放出去，“遂得陆地数万亩，诏谕富民随耕种，约以三年后减半租，贫民趋之，曾未期年，已成沃壤”。[①] 这样就使水害变为水利。

唐兀人朵儿赤曾向元世祖建议：“西夏营田，实占正军，倘有调用，则又妨耕作。土瘠野圹，十未垦一。南军屯聚以来，子弟蕃息稍众，若以其成丁，别编入籍，以实屯力，则地多而兵有余矣。”忽必烈采纳了他的建议，授其为中兴路新民总管。朵儿赤任职后，“录其子弟之壮者垦田，塞黄河九口，开其三流。凡三载，赋额增倍。”[②] 这是色目人治理黄河、发展农业生产的一项贡献。此外，色目人赵世延改官四川肃政廉访司时，曾“修都江堰，民尤便之”。[③] 这都说明，我国古代水利工程的建设也包括了其他少数民族人民的劳动成果在内。

元代色目人在建筑方面也有突出成就，除回回族外，维吾尔等民族的建筑也达到了较高水平。新疆地区的建筑在继承传统建筑的基础上，又吸收了中亚的建筑形式，并加以发展。如霍城的吐虎鲁克玛札，建于公元14世纪中叶，底平面为矩形，穹窿顶，大门镶嵌白、紫、蓝色琉璃砖，具有伊斯兰风格(图2.4.2.2)。

在纺织方面，畏吾儿、唐兀等西北少数民族都有着优良的技术传统。来自西域的色目人，多数擅长于毛纺织技术及毡毯品

---

① 《元朝名臣事略》卷7，《元史》卷134，《廉希宪传》。

② 《元史》卷134，《朵儿赤》。

③ 《元史》卷180，《赵世延》。

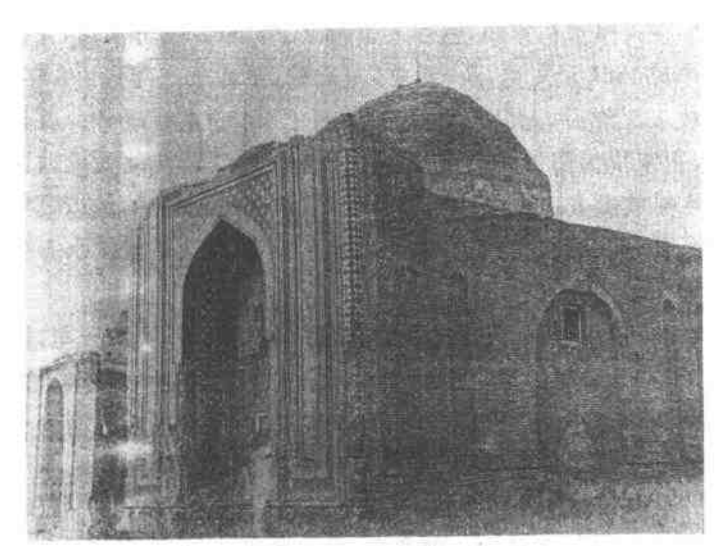


图 2.4.2.2 新疆霍城吐虎鲁克玛札

的生产。在元代，有大批色目人工匠来到中国内地从事纺织品生产，对中国纺织技术的发展产生了很大的影响。元代曾设立了许多纺织工艺生产机构，其中不少机构由色目人掌管。如在河西所"置毛段提举司"[①]，工匠皆为色目人，主要进行毛织品生产。此外，元朝曾"收天下童男、童女及工匠，置局弘州。既得西域织金绮纹工三百余户，及汴京织毛褐工三百户，皆分隶弘州，命镇海世掌焉"。[②] 元代的毛织技术十分发达，据《大元毡罽工物记》载，当时毛织所用材料多种多样，产品名目有 60～70 种之多，真是琳琅满目。其中有些品种出自色目人之手。

畏吾儿人对纺织技术，特别值得一提的是，他们擅长在织物中加金线的工艺。据《松漠纪闻・回鹘》载："妇人……在燕者，皆

① 《元史》卷 11，《世祖八》。

② 《元史》卷 120，《镇海传》。

久居业成，能以金相瑟为首饰，如钗头形而曲一二寸，如古之笄状。又善结金线……织熟锦，熟绫、纻丝、线罗等物。又以五色线织成袍，名曰克丝，甚华丽。又善捻金线，别作一等，背织花衬，用粉缴。"元朝称这种加金织物为"纳失失"。元朝在至元十三年（1276 年）始置"别失八里局"，"掌织造御用领袖纳失失等段"，此外还在弘州设"纳失失毛段二局"。[①] 生产纳失失的工人当以畏吾儿人为主。虽然在宋代畏吾儿人的织物加金技术已传入内地，并与内地传统的织物加金技术并行，但加金织物的盛行，却在元代，这与畏吾儿人的织物加金工艺的传播有直接的关系。新疆乌鲁木齐县盐湖元墓出土的织金锦反映了畏吾儿人的这种织造技艺，其中有"片金"及"拈金"两种，工艺水平很高。[②] 片金织人的特点是以单丝覆盖并固结金线，以使金色充分显现于织物表面。采用捻金线织入的织金锦，其表面金色柔和。在《元典章》卷五十八中有关于使用和织造纳失失的许多条件，说明元代织造纳失失相当发达。在盐湖元墓中还发现有十分精致的缂丝织品，反映了元代畏吾儿人缂丝工艺的高度水平。

在元代，宁夏也是毛织品的重要产地。唐兀人也擅长毛织。马可·波罗在途经西夏故地哈拉善（Calachan）时看到那里出产珍贵的毛织品，"他们用骆驼毛和白羊毛制成一种美丽的驼毛布，是世界上最好的产品。这是一种美丽的骆驼绒，白色，因为他们用白骆驼的毛织成。商人大量购买这种布，行销许多国家"。[③] 这一记载说明那里的毛织品产量很可观，不仅供本地使用，而且还远销许多地区。

畏吾儿人对印刷术的发展和传播有特殊的贡献。在吐鲁番

---

① 《元史》卷 85，《百官一》。

② 王炳华：《盐湖古墓》，载《文物》，1973(10)。

③ 陈开俊等译：《马可·波罗游记》，71 页，福建科学技术出版社，1981。

曾发现许多回鹘文与其他文字的雕版印刷品，都属于13世纪和14世纪初期的物品。[①] 美国著名汉学家卡特(Thmoas Francis Carter，1882～1925年)研究了这些印刷品后指出："不管回纥(维吾尔)的印刷在什么时候开始，在量的生产和质的提高方面，似乎有一种继续不断的进步。像穆尔图克那样时代较后的寺院，所藏的印刷物比旧有寺院所藏内容丰富得多，也比较精致。我们也许可以大致不错地说，在元代初年，吐鲁番地区的寺院已有高度发展而分布甚广的印刷工业"。[②] 在吐鲁番发现的印刷品中，被使用的文字有回鹘文、汉文、梵文、西夏文、藏文与蒙古文，其中以回鹘文、汉文和梵文为主。

在敦煌千佛洞中曾发现元代畏吾儿文的木刻活字，据考证是公元1300年左右的物品。卡特在其著作中指出："它们无疑是现存最早的活字。伯希和根据它们存放地点和其他因素，考定为1300年左右的东西。它们的总数有几百个，大部分都完好无损。它们都用硬木制造，以锋利的刻刀削成，高厚完全一律。"[③]这些活字被盗往国外，后由纽约大都会博物馆收藏。敦煌发现的木活字为畏吾儿文活字，说明畏吾儿人当时已掌握活字版，印刷术有很大的进步。这些木活字的发展具有重要的意义，它表明早在元代活字印刷术已西传到边陲，而畏吾儿人对印刷术的西传起了重要作用。

畏吾儿人的印刷品在印刷史上占有重要地位。蒙古在迫使高昌畏吾儿国臣服之后，曾全盘接受畏吾儿文化，由畏吾儿文改造成蒙古帝国通用的文字，某些典章制度也被蒙古人采用。畏吾儿人不仅成为蒙古军队的一部分，也成为蒙古人的智囊。随着蒙

---

①②③ (美)卡特著，吴泽炎译：《中国印刷术的发明和它的西传》，122、187～188页，商务印书馆，1957。

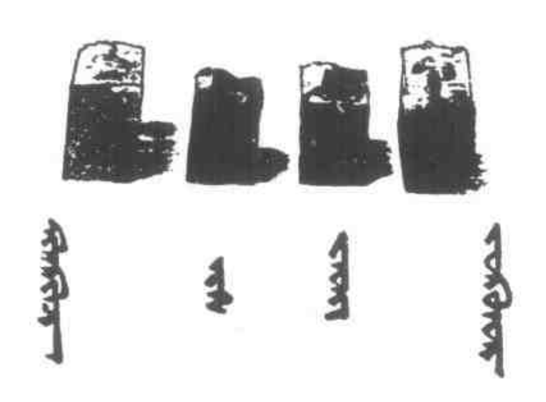


图 2.4.2.3　畏吾儿文木活字

古军队的西征和蒙古帝国势力的扩张，畏吾儿的文化也传入波斯、阿拉伯、俄罗斯等许多地区。而畏吾儿是一个熟悉印刷技术的民族，因此印刷术的传播与畏吾儿人难以分开。

在元代，西夏人也掌握了印刷技术。从元世祖到仁宗，元朝曾雕刻、印行了大量西夏文大藏经。据西夏文《过去庄严劫千佛名经》发愿文中记载，主持刻印的有西夏人西壁小狗铁、西壁土情等；负责印经的有西夏人"皇使匀管作者僧 人那征大德李"、"御史台侍御杨朵尔只"等。元代除雕板印行西夏文佛经外，还曾印造活字板西夏文经。现国内外所藏西夏文《大方广佛华严经》都是元朝活字版印本。[1] 这说明西夏人也曾使用活字版，从汉族学会了印刷技术。

除以上所述外，畏吾儿、唐兀等色目人对冶金、兵器制造等技术也有一定贡献。畏吾儿人"善造宾铁"[2]，且"善冶金银铜铁

---

① 史金波：《西夏文化》，101～102 页，吉林教育出版社，1986。

② 《松漠纪闻》、《回鹘》。

为器及攻玉”[1],他们对元代冶金技术的发展无疑也起了一定的作用。西夏人善于制造兵器。元朝对唐兀人制弓好手给予特别重视。唐兀人朵罗台出身于制弓世家,他的祖父和父亲都是制弓能手,在元朝“行营弓匠百户”。他的弟弟阔阔出也从事制弓事业,常把所造的弓献给皇帝,并受到表彰。[2] 他们对元代制造弓弩技术作出了贡献。 (冯立升)

第三节 南方及西南方各民族的科技成就

在宋元时代,南方及西南方的白、彝、壮、傣、瑶、黎、藏等各民族在许多科技领域取得了成就,现分以下几个方面予以叙述。

一、农牧等技术

南方及西南方各民族,在隋唐的基础上使农牧业技术(包括副业)又有一定发展。南方各民族大多仍以农业为主,居住在今广西境内的民族“种水田、采鱼”,水田中种稻子,他们“种稻似湖湘”[3],但也有在山上种田的,即所谓“畬田”:“峡中刀耕火种之地也”[4],这种法“收谷粟甚少”。[5]对于一些无田产的少数民族家庭,实行“官给田以耕”的办法。

南方民族能酿造一些特殊的酒,如黎族“又有椒酒,以安石榴花著瓮中即成酒。”[6]安石榴就是石榴(Punica granatum),夏季开花,把花采下放瓮中就成为“椒酒”。还有一种“钩藤酒”,“酒

---

① 《宋史》卷490,《高昌传》。
② 《元史》卷134,《朵罗台传》。
③ ⑤ ⑥ 《宋史》卷495,《蛮夷三》。
④ 范成大:《石湖集》卷16,《劳畬耕诗序》。

以火成，不酢不刍，两缶，东西以藤吸取，名钩藤酒。”[1] 昭州（在广西东北）出的酒“颇能醉人”，造法很特别，周去非曾“闻其造酒时，采曼陀罗花，置之瓮面，使酒收其毒气”，又“山出藤药而水亦宜酿，故酒色微红”，此种酒可放10年，仅是颜色变为“深沉赤黑，而味不坏”。[2] 这些酒都不是普遍意义上的酒，而是用水果造的曲酒，或是在酒中加某种药物。

南方各少数民族，这一时期对家畜家禽的驯养方面很有成绩，马、犬、羊、鸡等都很有名。在马中最有名的是“大理马”和“果下马”。“南方诸蛮马，皆出大理国”，这种马中有些“座马”，都是当地民族自己骑的，跑行速度很快，有的个头不大，“其耳如人指之小，其目如垂铃之大。鞍辔将来，体起拳筋，一动其缰，倏忽若飞，跳墙越堑，在乎一喝”。[3] 这是培育出来的特殊优良的大理马。由于大理马品种优良，内地人纷纷前去购买，一般是马贩子把马从大理弄到广西，卖给内地去的买马者。宋政府在广西还设有收购大理马的处所，由经略司负责。贩运的马匹经长途跋涉，往往“涉地数千里”，到达转运地时都已很瘦。这时贩马者“缚其（马）四足拽仆之，喂盐二斤许，纵之旬日，自肥矣”。这是一种复膘的办法。收购马匹的官员，把马分为“常纲马”和“进马”，每常纲为50匹，进马纲为30匹，有押马官员和兽医。[4] 大理马被认为是“西南蕃（马）之最”。[5]

南方的“果下马”也很有名，个头矮小。“果下”是说乘之可在果树下行走，早在汉代就有记载。宋代土产小马，“以出德庆泷水者为最。高不逾三尺，骏者有两脊骨，故又号‘双脊马’。健而喜

---

① 朱辅：《溪蛮丛笑》。
② 周去非：《岭外代答》卷6，《食用门》。
③④ 周去非：《岭外代答》卷9，《禽兽门》。
⑤ 范成大：《桂海虞衡志》。

行，又能辛苦。泷水人多孳牧”。[1] 德庆即今广东之德庆县，靠近广西。这个地区当时是少数民族较多的地方，因此这种优良的小马应是他们长期培育出来的。

南方民族也有养羊的习惯，有花羊、乳羊和绵羊等种类。花羊“多黄褐白斑，如黄牛。又有一种，深褐脊白斑，全似鹿群”，用以做菜肴，因皮青暗而不好看。广西及南方各民族饲养的山羊和北方绵羊无区别，有黑白二色，“毛如茧纩，剪毛作毡”，比北方的还好。[2]乳羊是一种由食物造成的高脂肪羊。

对犬的驯养南方少数民族同样有成绩，宋代汉人称之为“蛮犬”。蛮犬如猎狗，但是机警而勇敢。卖马的人经常带一只这种犬“以自防，盗莫敢近”。[3]

南方民族还善养鸡，有一种“长鸣鸡”产自原南诏地方，“形矮而大，羽毛甚泽，声音圆长，一鸣半刻”。[4]这便是长鸣鸡之称的来历。广西东南部还产一种小禽，像刚出生的鸡雏那么大，毛翎纯黑，“向晨必啼，如鸡声而细。人置枕间，以之司晨”。[5]

南方瑶族的一支叫山瑶，扑鱼不用渔具，而是“上下断其水，揉蓼叶困鱼，鱼以辣出”，这叫“痨鱼”。[6] 蓼是一种草本植物的泛种，其中有的种类味很苦，鱼嗅到受不了而浮上水面，人就将其捉住。

二、纺织技术

宋元时代，南方和西南各民族在纺织技术方面又有了新的发展，有些技术无疑是长期沿袭下来的。这一时期南方少数民族在纺织方面的贡献主要是棉纺织。植棉在南方有悠久的历史，前面已经提过，但在宋元时期出现了新的情况。最主要的是向内地

---

①②③④⑤　周去非：《岭外代答》卷9，《禽兽门》。

⑥　朱辅：《溪蛮丛笑》。

传播，从传播内容可以窥见少数民族高超的棉纺织技术。人们熟知的黄道婆在乌泥泾（今上海市华泾镇）传授从海南岛黎族那里学来的纺织技术的事例值得一提：

"松江……乌泥泾……田硗瘠……遂觅（木棉）种于彼（闽广）。初无踏车椎弓之制，率用手剖去子。线弦竹弧，置案间振掉成剂，厥功甚艰。国初（元初）时，有妪黄婆者，自崖州来，乃教以作造捍弹纺织之具。至于错纱配色，综线挈花，各有其法。以故织成被褥带帨，其上折枝、团凤、棋局、字样，灿然若写。人既受教，竞相作为。转货他乡，家既就殷。"[①]

在黄道婆到乌泥泾以前，那里已有植棉和纺织，但是水平很低，挤棉子全用手，非常落后。可是海南岛黎族人民的棉纺织却达到了很高水平，有了赶棉子和弹棉花的工具，比用手挤和"线弦竹弧"先进得多。纺织技术高超，采用"错纱配色"的方法，织造成的被褥等上有各种彩色图案，非常漂亮。人们争相学习，对内地的棉纺织技术发展起了极大的推动作用。

宋、元时代关于南方民族棉纺织的记载较多，而且多与上引文字内容相近，宋人方勺（1066～?）在谈到闽广木棉时说："土人摘去其壳，以铁杖杆（赶）尽黑子，徐以小弓弹令纷起，然后纺绩为布。"所谓土人，就是南方的少数民族。在记载中特别提到"海南蛮人"的高超纺织技术："海南蛮人织为布，上出细字，杂花卉，尤工巧，即所谓白叠巾。"[②] 看来在黄道婆去海南岛之前，内地人就知道南方少数民族能织造高质量的棉织品，因无人学会其纺织技术，而不能在内地推广。

---

① 陶宗仪：《南村辍耕录》卷24。

② 方勺：《泊宅编》卷3。

南方少数民族生产的许多纺织品很有名，有些成为贡品。北宋时有的民族"贡溪布"[1]，虽未说明这种布是什么样和怎样织造的，可是既然作为贡品，一定是优质产品。"瑶斑布"是一种蜡染的漂亮的斑布，因由瑶族染织的，故名。在史籍上有较详细的记载："瑶人以蓝染布为斑，其纹极细。其法以木板二片，镂成细花，用以夹布，而熔蜡灌于镂中，然后用释板取布，投诸蓝中。布既受蓝，则煮布以去其蜡，故能受成极细斑花，炳然可观。故夫染斑之法，莫瑶人若也。"[2] 这里把瑶族染制斑布的工艺说得相当清楚，质量很好，是其他民族比不了的。斑布，是南方各民族的传统优质布匹，在第一编已讲过，就是染色的花布，染法不限于蜡染，而蜡染方法也不仅只是一种。南方有的民族，由于喜爱铜鼓，因此"模取鼓文(纹)，以蜡刻板印布，入靛缸渍染"，这叫"点蜡幔"。[3] 还有一种"顺水斑"，是用柘蚕丝织成的绌子，质量不如桑蚕，"茧薄小不可缫，可缉为绌，或以五色间染布为伪"[4]，就是染上颜色，以假乱真。

广西左、右江一带少数民族的纺织和印染有很高水平。有一种"白纻"(纻音 tián)，被认为是"南方之上服"，其特点是："白质方纹，广幅大缕，似中都之线罗，而佳丽甚厚。"[5] 苧麻织品也相当好，在左、右江地方所产苧麻，"洁白细薄而长"，当地民族"择其尤长者"织成练(音 shū)子，用以做衣服，"清凉离汗"。有花纹的叫做"花练"，特别轻而薄，"一端长四丈余，而重止数十钱，卷而入之小竹筒，尚有余地"，染以真红，"尤易着色"，但是售价较贵。[6] 苧麻在广西到处都生产，不独左、右江一带，而且随处人民都善织布，其中"柳布"和"象布"等都很有名。"柳"指柳州，"象"

---

① 《续资治通鉴长编》卷 77。
② ⑤ ⑥ 《岭外代答》卷 6。
③ ④ 《溪蛮丛笑》。

指象州(今广西象州)。这些麻布"闻于四方",织法很特殊。据记载:"民间织布,系轴于腰而织之。其欲他干,则轴而行,意其必疏数不均,必甚慢矣。"认为这样织出来的布一定疏密不匀,其实不然,"乃复甚佳,视他布最久",仅仅是"幅狭耳"。[1] 为什么"系轴于腰",在做他事时"则轴而行",在腰上带着,而能织出其佳的麻布?原来是通过一种简单工艺处理保证了质量:"盖以稻穰心烧灰煮布缕,而以滑石粉膏之,行梭滑而布以紧也。"[2]

南方各民族还用各种纺织原料织出各种有特殊用处的织物,如"不阑带"(扎发用)、"仡佬裙"、"围布"(围腰用)、"婆衫婆裙"、"黎单"(卧具)、"黎幕",等等。有些民族因地制宜使用原料,或者把某些原料进行加工处理,使之能用于纺织,如树皮、茅花等。

西南的一些民族能做很好的毡子,但与北方民族的毡子有不同的用处。北方的毡用于铺,南方的毡用于披和铺。有一段记载甚为珍贵:

> "西南蛮地产绵羊,固宜多毡毳。自蛮王而下至小蛮,无一不披毡者。但蛮王中锦衫披毡;小蛮袒裼披毡尔。北毡厚而坚。南毡之长,至三丈余,其阔亦一丈六七尺。摺其阔而夹缝之,犹阔八九尺许。以一长毡带贯其摺处,乃披毡而系带于腰。婆娑然也。昼则披,夜则卧,雨晴寒暑,未始离身。其上有核桃纹。长大而轻者为妙。大理国所产也,佳者缘以皁。"[3]

又有记载说:"蛮毡,出西南诸蕃,以大理者为最。蛮人昼披夜卧,无贵贱,人有一番。"[4]

---

①②③《岭外代答》卷6。
④《桂海虞衡志》。

看来,南方民族的毡子相当薄,否则三丈多长、一丈六七尺宽的毡子(面积为 480 至 510 平方尺)是无法披在身上的。

总之,南方各民族这一时期在纺织方面又有了很大的发展,质量有显著提高,尤其是对内地的纺织技术产生了深刻的影响。

三、采矿与金属冶炼技术

南方各民族在采矿和金属冶炼技术方面有很长的历史传统,早在春秋战国时代就能造出非常漂亮的宝剑。到宋、元时代,这方面的技术又有了新的发展。采炼矿物的种类有铜、铁、金、银、水银、铅、锡等。他们向宋政府所上贡品中就包括不少矿物或金属制品,如开宝九年(976 年)"奖州刺史田处达以丹砂、石英来贡"。[1] 咸平元年(998 年)所贡有朱砂、水银等,水银达千两之多。[2]景德四年(1007 年)西南蛮"来贡丹砂"。[3] 皇祐二年(1050 年)"以驯象、金银来献"。[4]还有贡刀及其他金属兵器等。这里既有金属制品或纯金属,也有非金属物或其化合物。所举仅是些例子,实际多得多。

南方云南一带盛产铜,考古发掘所得铜器甚多。广西产铜较少,但有些地方也有。史载右江即为一例:"有一蛮峒,铜所自出也。掘地数尺即有矿,故蛮人多用铜器"。[5]铜矿露出地面由空气和醋酸与之作用而生成绿锈,现代化学上称之为"碱式醋酸铜"[$2Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot (CuO \cdot 6H_2O)$],呈绿色晶体,故古人称之为"铜绿"。铜绿往往是找铜矿的线索,是"铜之苗裔","亦出右江有铜处,生石中。质如石者名石绿"。[6] "色鲜美,淘取英华,以供画

①② 《宋史》卷 493,《蛮夷一》。
③ 《续资治通鉴长编》卷 65。
④ 《宋史》卷 495,《蛮夷三》。
⑤ 《岭外代答》卷 7。
⑥ 《桂海虞衡志》。

绘”。[①] 也有把铜绿作为房屋等处的装饰品。

南方的一些地方出产沙金，“生田野沙土中，不由矿出也。峒民以淘沙为生，坯上出之，自然融结成颗，大者如麦粒，小者如麸片”。未经提炼的沙金，当地称之为“生金”，“色差淡”。如果想得到质地纯洁的黄金，就需要“重炼取足色，耗去什二三”，这就是“熟金”。向宋政府进贡的，无疑都是熟金。

南方各民族对炼铁也有很高超的技术，特别是梧州当地民族的炼铁技术受到称赞。据记载：“梧州生铁，在熔则如流水，然以之铸器，则薄几类纸，无穿破。凡器既轻，且耐久。”[②] 附近各地的铁工煅铜，如能得到这种铁合在一起，就成“至刚”的“天下美材”。至于如何把铁“熔”成这样，则无详细记载。很显然，用这种美材做成刀剑或其他器具，自然有较高的质量。

制作刀剑的技术，南方各民族大都有自己的一套方法。但北方人把南方蛮族所制的刀，泛称之为“蛮刀”，此外还有“瑶刀”、“黎刀”、“苗刀”、“峒刀”、“大理刀”，等等，有的是以民族名命名，有的则以地区名等命名。瑶刀和黎刀差不多，都是短刃长把，而黎刀之刃更短些，瑶刀很锋利。峒刀较长，刃长四尺，把长二尺，以冻州（广西凭祥北）所作为佳。蛮刀以大理所出为最好，“铁黑色，沉沉不鉴，南人最贵之。以象皮为鞘，朱之上亦画犀毗花文，一鞘两室，各函一刀。把以皮条缠束，贵人以金银丝（缠束）”。[③] 世人所说“吹毛透风”，就是指大理刀，并认为大理刀之所以质量高是由于大理境内有丽水的缘故。[④]

朱砂的生产在我国有悠久的历史，又叫丹砂、辰砂、银朱、朱砂等，主要化学成分为硫化汞（HgS），呈朱红色或黑红色块状，

---

① 《岭外代答》卷7。

②③ 周去非：《岭外代答》卷6。

④ 范成大：《桂海虞衡志》。

古人研成末用来写红字。南方许多地方出产朱砂，尤以辰州（今湖南沅陵）所出为最有名，故有辰砂之称。少数民族在开采和利用朱砂方面有很大贡献。在开采方法上，南方少数民族发明一种"火爆法"，宋已多有记载。如"辰州府沅陵光明山，一名龙门山，有砂井、土人采取……烧石取之，僚以薪以燔火，爆石以取之"。[①]"辰州砂多出蛮洞，锦州界佶僚洞老鸦井，其中深广数十丈，先聚薪于井焚之"。[②]"辰锦砂最良，麻阳即古锦州旧隶。辰郡砂自折二至折十皆颗块，佳者为箭镞……砂出万山之崖为最，仡佬以火攻取"。[③]看来，在辰州的许多地方都有朱砂。所谓火爆法就是先用火烧热，然后立刻用冷水或醋浇，由热胀冷缩原理使岩石破裂，朱砂便露了出来，进行取采。

由于汞的主要矿物是朱砂，或与朱砂矿共生，因此朱砂是炼汞的主要原料。最早的也是最普遍的方法是在空气中焙烧朱砂，然后使水银蒸气冷凝就得到了汞。宋代南方少数民族就是用这种方法提取水银（汞）。周去非详细记述了广西当地民族炼汞的具体过程："邕人炼丹砂为水银，以铁为上下釜。上釜盛砂，隔以细眼铁板；下釜盛水，埋诸地；合二釜之口于地面，而封固之，灼以炽火。丹砂得火，化为霏雾，得水配合，转而下坠，遂成水银，然则水银即丹砂也。"[④] 整个过程都是正确的，但说丹砂得火化雾与水配得水银和"水银即丹砂"的说法都不确，实为记载者的误解。在广西右江下游归德州（今广西平果东北）出金缠砂，"大如箭镞，而上有金线缕文"，"可用以变化形质，试取以炼水银"。[⑤]

南方少数民族还能由水银制取银朱，"以铁为上下釜，下釜

---

① 祝穆：《方舆胜览》卷 30。
② 寇宗奭：《本草衍义》。
③ 朱辅：《溪蛮丛笑》。
④ ⑤ 周去非：《岭外代答》卷 7。

如盆盂,中置水银。上釜如盖,顶施窍管,其管上屈,曲垂于外。二釜盖相得,固济既密,则别以水浸曲管之口,以火[①]灼下釜之底,水银得火则飞,遇水则上。火熯体干,白变而丹矣"。[②] 这就得丹色的银朱。

四、天文历算

这一时期,西南的藏族在天文历算方面有了很大的进展,首先是《时轮历》的传播和研究。这种历法起源于印度[③],虽然早有流传,但是直到北宋时才有藏文译本。1027 年,罽宾的班智达达瓦贡布来到西藏,精通两种语言的译师卓希绕扎同他合作翻译了《时轮本续注疏》(即《时轮经》)。当时适逢火兔年,如何确定历元引起了人们的争议。一种主张是按印度的"胜生周"的推算法,在《丹珠尔·圣乐经首品释》中有依时轮派观点安排的六十年周期,每年都有名称,第一年为"胜生年",第六十年为"终尽年",每六十年"绕回"一次。另一种主张是按早期本教星算的"琼旦"的历元推算法和后来松赞干布时期传播的内地历法以阳木鼠年(甲子,公元 644 年)为历元的推算法。辩论的结果,确定把西藏的历元推算改为适应"绕回"的历元。"绕回"自藏历阴火兔年(1027 年)开始,每六十年"绕回"一周为一"胜生周",相当于内地汉历一个甲子。

在西藏古代天文历算的发展过程中,分"及孜"和"珠孜"两种推算法,对藏族古代天文历算的发展起了良好的作用,使其内容逐渐丰富起来。

当"绕回"在藏卫地区开始推广、运用的时候,主张"珠孜"推

---

① 《丛书集成初编》本《岭外代答》"火"误为"水"。

② 周去非:《岭外代答》卷 7。

③ 黄明信、陈久金:《藏历原理研究》(上),载《西藏研究》创刊号,1981,51~53 页。

算的人对“及孜”的推算法进行了多方面的研究，取其精华，并根据西藏本地区的地理和季节的特点、以及各种天体的不同运行速度，定 365 日 16 时 50 秒多为一年的固定概念。解决了“及孜”推算法所产生的某些误差。把“珠孜”主张的 27 天为一个月的算法改为“日月地结合时”，定为大月 30 日，小月 29 日，15 日为满月，30 日为“天空”(即看不见月亮)。对行星的运行和日月交食等重要天文现象等都进行了研究，并达到了新的水平。

在公元 13～14 世纪期间，西藏出现许多天文历算家，同时完成了不少有关著作。13 世纪初，在绒卡普出现了一位名叫康巴噶洛的天文历算学者。

噶玛巴·让琼多吉是噶玛噶居黑帽系活佛，也是一位著名学者，他在 1318 年写了一部以“及孜”实践为主的天文历算著作，叫《星算综合论述》。

布顿·仁钦珠巴是噶居派绰普译师的三传弟子、著名学者，一生著述甚多。他在天文历算方面的贡献是：1323 年完成了《旦孜》一书，1327 年又写了《算学知者喜欢》一书。他还在后藏夏鲁寺内画了一幅“地为圆球”的壁画，提出了与《对法》经书中所说“地是方形”相反的观点。布顿把地看做圆球的认识是正确的。然而对地球的运转和四季的关系的探讨方面，认为地球右转。当时后藏有一位名叫雍顿·多吉白桑的天文学家批驳了布顿的错误观点，并向各地发信阐明有关地球左转和四季的关系问题，并提出自己的道理。后来，布顿也放弃了自己原来的看法，据说还把夏鲁寺的壁画作了修改。

由于研究天文历法的需要，使数学有了进一步提高。当时藏族历法中已包含了大量的数学内容，对日、月交食等的计算，不仅需要较为复杂的计算，而且必然涉及到相当多的几何问题。可惜的是，这方面目前还没有认真进行研究。

南方各民族在天文历算方面，虽无突出成就，但是也有些零星资料可以一提。宋、元时期南方民族盛行刻木记事记数，叫做“木契”。这些民族“刻木为符契，长短大小不等，穴其傍多至十数，各志其事，持以出验，名木契”。[1] 至于怎样“刻木为符契”，各民族也大体差不多，有一段关于瑶族“木契”的记载可为例子。

> “瑶人无文字，其要约，以木契合二板而刻之，人执其一，守之甚信。若其投牒于州县，亦用木契……静江府灵川县，有瑶人私争，赴县投木契，乃一片之板，长尺余，左边刻一大痕及数十小痕于其下，又刻一大痕于其上，而于右边刻一大痕，牵一线道合于右大痕。又于正面刻为箭形，及以火烧为痕，而钻板为十余小窍，各穿以短稻穰，而对结绉焉。殊不晓所谓。译者曰：左下一大痕及数十小痕，指所论仇人，将带徒党数十人以攻我也。左上一大痕，词主也。右一大痕，县官也。牵一线道者，词主遂投县官也。刻为箭形，言仇人以箭射我也。火烧为痕，乞官司火急施行也。板十余窍而穿草结绉，欲仇以牛十余头备尝我也。结绝以喻牛角云。”[2]

这段文字的内容很清楚，不需解释，实际是一份状子，其中的刻痕和结绉都代表数字，有记数的意义。

五、医药学及其他技术

南方各民族及西南藏族在医药学及其他技术方面也有成就。有关瘴气的记载早见文献，前面已经提到过。到宋元时期又有些新的认识，例如瘴病的产生与环境污染有关，北宋的沈括就提到了这一点，地点是福建漳州。在广西桂林以南“皆瘴乡”。

---

[1] 朱辅：《溪蛮丛笑》。

[2] 周去非：《岭外代答》卷10。

“瘴者山岚水毒，与草莽沴气郁勃蒸熏之所为也”。“邕州两江水土尤恶，一岁无时无瘴：春曰青草瘴，夏曰黄梅瘴，六七月曰新禾瘴，八九月曰黄茅瘴”。当地少数民族“以为黄茅瘴为尤毒”。[①]这种环境污染是自然造成的，因此与地区、季节有直接关系。还有记载说：“盖天气郁蒸，阳多宣泄，冬不闭藏，草木水泉，皆禀恶气。人生其间，日受其毒”，因而要得瘴疾。人们又按病状把瘴疾分为冷瘴、热瘴、痖瘴等三种。[②] 治瘴疾多用附子，也有用传统的“挑草子”等放血办法进行治疗的。

这一时期，南方少数民族配制毒药和制作毒药箭很盛行，而且经常作为贡品送到宋政府。

藏族在医药学方面的成就是新宇妥对《四部医典》的研究。他在1126年从父亲学习藏医，后来又拜著名藏医学家诺敦贡觉胶和威巴达扎为师学习藏医，接着又到印度、尼泊尔、斯里兰卡等国去求学，在江孜又参考和吸收了《月王药诊》的精华，并参考《八支》、《八支注解》、《月光》等外来医学著作，进一步充实和丰富了《四部医典》的内容。[③] 新宇妥有时又叫小宇妥，全名为宇妥萨玛，是老宇妥的后代。

南方多水，当地少数民族善造舟，进行交通。特别是因地制宜，制造各种独木舟。有的用楠木，此木“有极大者，刳以为舟”。[④] 广西江中也多用独木舟，有宽6～7尺那么大的，全身无缝罅，但有时显得笨重。钦州人民比赛用的兽舟，“亦刳全木为之”。[⑤] 这个地方还出产一种乌婪木，“用以为大船之柂（舵），极

---

① 范成大：《桂海虞衡志》。

② 周去非：《岭外代答》卷4，《风土门》。

③ 强巴赤烈：《藏医藏药学的形成与发展简述》，载《中华医史杂志》第17卷，1987(2)，126～128页。

④ 朱辅：《溪蛮丛笑》。

⑤ 周去非：《岭外代答》卷6。

天下之妙也”。[1] 用此木做成的舵非常结实，因“缜理坚密，长几五丈。虽有恶风怒涛，截然不动。如以一丝引千钧于山岳震颓之地，真凌波之至宝也”。[2]当地民族选择这样优良的木头制造船舵，表明他们在选材和工艺等方面都有很高的水平。

南方各民族在造纸方面又有了新的发展，鹤庆在大理时代用构皮造的白棉纸，于 1956 年发现了该种纸的实物，质地洁白，细腻、柔软，标志着白族造纸术的重大突破。用这种纸写的经卷没有被虫蛀，发现卷夹有柏叶，是否柏叶起了防蛀的作用[3]？其他民族，如藏族、壮族等的造纸术也都有所发展。

宋、元期间，南方各民族在建筑方面，修建了不少桥梁，还有些宗教佛塔等。今云南德宏地区的大金塔就是傣族在宋、元或稍晚时建造的，是由 17 座佛塔合在一起的一个塔群，非常奇特壮观。傣族的佛塔，大多是实心的砖塔或石塔。塔座的上层座基，平面形式灵活多样，有十字折角形、正八角形、圆形等，因此其立面效果也变化复杂，形态多姿。[4] 元代郭松年描写大理一带“沿山寺宇极多，不可殚纪”[5]，远望三塔，非常壮观，中间的千寻塔为唐代建筑，已介绍过，另两佛塔可能建于大理时期。

（李迪、张大锁）

---

①② 周去非：《岭外代答》卷 6。

③ 李晓岑：《谈白族古代造纸术》，载《中国少数民族科技史研究》第五辑，197～200 页。

④ 刘策：《中国古塔》，68～69 页，宁夏人民出版社，1981。

⑤ 郭松年：《大理行记》。

第三编

明代到民国初年

第一章 明代少数民族的科技

进入明代以后，随着少数民族地区社会生产的发展和全国各民族经济文化方面联系的进一步增强，少数民族的科学文化水平也有了明显的提高。在明代，少数民族在天文历算、航海、地理、医药和工程技术方面都有较突出的成就，为繁荣和发展我国的科学文化事业作出了重要贡献。

第一节 天文与数学

明代少数民族在天文历法方面取得了不少成就，其中，回回天文学家对中国天文事业的发展做出了很大贡献，回回天文学及其历法的一些成果对明代天文学的发展产生了较大的影响；藏族的天文星算学在明代有了很大的进步，形成了不同的学派；此外白族在天文历算方面也有突出的成果。

回回天文学是属于阿拉伯系统的天文学。在元代，回回天文学有过重要的地位，并对中国的天文历法事业产生过影响。但是从整体上说，回回天文历法知识主要掌握在回回人和其他信仰伊斯兰教的色目人手中，其天文观测与历法工作完全是独立进行的。由于元代传入的阿拉伯天文历算著作没有被译为汉文，其天文知识也没有被汉族天文学家接受，除天文仪器的设计和制造对传统天文学产生了影响外，其他方面则难以看到回回天文学的明显影响。到了明代，这种情况发生了变化，尽管明朝仍单独设立回回天文机构，但这时出现了一些汉译回回天文书籍，回回历也长时期与《大统历》参用，回回天文学对中国传统天文学在知识体系上产生了明显的影响。

明朝对回回天文学也十分重视。洪武元年(1368年),明太祖“征元太史院使张佑……回回司天监黑的儿、阿都剌、司天监丞迭里月实一十四人,修定历数。二年夏四月,征元回回司天台官郑阿里等十一人至京议历法,占天象”。[1]洪武元年,改太史院为司天监,同时“又置回回司天监”。[2]洪武三年(1370年),改回回司天监为钦天监,至三十年(1398年)又“罢回回钦天监,其回回科仍旧”。[3]元末回回司天监的主要人才大约都转入明钦天监工作,元上都的档案材料以及元秘书监中的回回书籍也归明政府所有。在回回钦天监从事天文历法工作的人员还有明初来自阿拉伯国家的回回天文学家。明洪武二年(1369年)精通天文数学的阿拉伯人马德鲁丁携三子来华,受职钦天监博士,不久为回回钦天监监正。马德鲁丁的长子马沙亦黑和次子马哈麻都精通天文历法,他们长期在回回钦天监担任重要职务,流传于世的明代翻译或编译的回回天文学著作主要是由他们兄弟二人主译完成的。[4]

明初翻译回回天文书籍的工作,受到了明太祖朱元璋的重视。《明译天文书》载吴伯宗序说:“(洪武)十五年秋九月癸亥,上御奉天门,召翰林臣李翀、臣吴伯宗而谕之曰:‘……尔来西域阴阳家,推测天象至为精密,有验其纬度之法,又中国书之所未备,此关于天人甚大,宜译其书。’……召钦天监灵台郎海达尔、臣阿答兀丁、回回大师臣马沙亦黑、臣马哈麻等,咸至于廷。出新藏书,择其言天文阴阳历象者,次第译之。”[5]不久,就译出了《天文

---

① 谷应泰:《明史记事本末》卷73。

②③ 《明史》卷31,《历一》。

④ 陈久金:《马德鲁丁父子和回回天文学》,载《自然科学史研究》第8卷,1989(1)。

⑤ 《天文书》译本序,涵芬楼三集。

书》，也就是传世的《明译天文书》。马沙亦黑和马哈麻因译书有功，被授翰林编修。明张萱《西园闻见录》载："御制文集有授翰林编修马少亦里(马沙亦黑之误)，马哈麻敕文谓：'大将入胡都，得秘藏之书数十百册，乃乾方先圣之书，我中国无解其文者。闻尔道学本宗，深通其理，命译之。今已数月矣，测天之道甚是精详。洪武壬戌十二月也。'二人入翰林几十余年，岂所译者即此历欤？"[①] 北京图书馆藏有明马哈麻译《乾方秘方》抄本，书的前面也载有授马沙亦黑、马哈麻为翰林编修的敕文。[②] 除《明译天文书》外，当时可能还译有其他天文书籍。清初天算家梅文鼎说，洪武十六年(1383 年)译成"西域天文书、回回历经纬度及其算法"共 4 卷。[③] 又贝琳在《七政推步》的跋中称："此书上古未尝有也。洪武十八年远夷归化，献上盘历法，预推六曜干犯，名曰经纬度，时历官元统去土盘译为汉算，而书始行乎中国。"[④] 土盘历即为回回历，《七政推步》与《明史·历志》所载《回回历法》大同小异，应系同出一源之作。不少文献有"明马沙亦黑回回历"的提法，大概便是汉译《回回历法》的来源。

上述情况说明，明朝初期已有一些阿拉伯天文历法著作的汉译本在中国流传，同时可能还有回回天文学家用汉文编撰的回回历法也在流行。明代的回回天文著作不仅吸收了阿拉伯的天文观测工作，而且也包括了元末明初回回天文学家在我国境内的天文观测和历法成果。

明代翻译的阿拉伯著作，介绍了一些我国传统天文学所没有的知识。如《明译天文书》虽是一部以占星为主要内容的著作，

---

① 张萱：《西园闻见录》卷 49，《历法后》。
② 此书与《明译天文学》内容一致，只是个别地方有所不同。
③ 梅文鼎：《勿庵历算书目》，《西域天文书补注》。
④ 贝琳：《七政推步》卷 1，《四库全书》本。

但也包含大量科学知识。该书的原著者是波斯天文学家阔识牙儿(Kushyār Ibn Labbān,约公元971～1029年)。此书《说杂星性情》一节,第一次介绍了20个阿拉伯星座(占托勒密星表中星座的2/5以上)和30颗恒星的星等和黄经,这使西方星等概念首次传入中国。《天文书》中的星表,其内容和特点与现保存在欧洲的阔识牙儿的《完备的天文表》完全一致。书中还谈到了地理经纬度的概念,这是目前所见地理经纬度概念传入我国的最早明确记载。此外书中关于彗星形态的描述,也在一定程度上反映了11世纪前后阿拉伯天文学对彗星的观测和认识水平。[①]

明初的《回回历法》是在中国境内完成的,它融会了当时阿拉伯天文学和中国回回天文学的最高成就,具有世界先进水平。但以后却"岁久湮没",后来钦天监监副贝琳"每虑废弛而失真传,成化六年(1470年)具奏修补",至"成化十三年(1477年)秋而书始备",这便是流传下来的《七政推步》7卷。这是一部详细介绍回回天文学内容的著作,其中对太阴历、太阳历、日月五星行度的推算和日月食的预报都作了论述。书中也包括恒星观测方面的内容,其中有一份星表并附有星图,载有278颗星,每颗星都给出了黄经、黄纬、阿拉伯星名、中国星名以及这些星的星等。中西星名的对照工作在我国这是最早的一次,这对后来学习欧洲天文学知识无疑是有帮助的。需要指出的是,15世纪著名的兀鲁伯(Ulugh Beg)星表中的星还全是托勒密星表中的星,而《七政推步》中的星表却包括了一些托勒密星表中所没有的星,这些星属于中国观测系统,其观测年代大约在元末明初。据贝琳《七政推步》的跋,汉族天文学家元统做了"去土盘译为汉

---

① 陈鹰:《〈天文书〉及回回占星术》,载《自然科学史研究》第8卷,1989(1),37～46页。

算"的工作,说明汉族天文学家也参与了《回回历法》的编译工作。这份星表很可能是马沙亦黑、黑的儿等回回天文学家与元统等参与其事的汉族天文学家一起编制的。

明初编制回回历法,曾利用了当时最新的天文观察成果,其中的天文数据都相当精密。有学者对回回天文数据做过分析和研究,结果表明,回回历所用回归年长度值的精度远较中国古代传统历法为优;而太阳远地点进动的概念及数据更是传统历法所不备。从精度的总水平上看,回回历的五星会合周期和五星远日点进动值亦优于传统历法。只是回回历的恒星月长度不如传统历法,而五星平黄经值和远日点黄经值也稍差一点。至于朔望月、近点月、交点月长度、太阳平黄经以及太阳远地点黄经等则都不比传统历法逊色。[①] 回回历制定者测算的有些天文数据比通常人们所认为的要精确一些。回历的阳历,一年也分十二个月,表示太阳于不同月份在黄道十二宫中的位置,以十二宫宫名为月名。平年一年为365天,闰年年终加一天。在128年里,设有闰月的31次。如以此推算回归年长度则得

$$365\frac{31}{128}=365.2421875\text{日}$$

但实际上明初回回历制定者所得一回归年长度值为365.2421997日[②],而128年闰31日,仅仅是127.9936年闰31日的近似值。回回历所用朔望月长度值为29.53059299日[③],若以回历"三十年闰十一日"法反过来推算,则得29.530556日,这实际只是回回历取用的朔望月长度的约值。

明初的回回历法比较精密,但因回回历法只给出了若干份计算的立成表和算法,而计算的原理和这些立成表是如何得来

①②③　陈美东:载《回回历法中若干天文数据之研究》第5卷,1986(1),11-21页。

的却未加解释和说明，因而回回历法的原理和方法仍鲜为人知。清初天算大家梅文鼎指出："回回历与欧罗巴(即西洋历)同源异派而疏密殊……然在洪武间，立法未尝不密。其西域大师马哈麻、马沙亦黑颇能精于其术，但深自秘惜，又不著立表之根，后之学者失其本法之用，反借大统春分前定气之日为立算之基，何怪其久不效耶；然其法之善者种种与西法同。"① 由于回回历法的原理很少为人掌握，限制了其成果的推广应用。尽管如此，回回历法在明代仍发挥了重要作用。明代的大统历沿用元《授时历》，随年代久远误差愈来愈大，以至"推月食屡不应，日食亦舛"。因观察结果证明回回历法预报准确，大统科人员也不得不参用回回历法推算交食结果。② 从这种意义上说，回回历法"与大统参用二百七十余年"之久③，在有明一代产生了很大影响。

回族的传统航海天文在明代也有一定影响。明代我国的航海天文进入了应用"牵星术"的阶段。牵星术就是古代利用仪器观测天体高度确定船舶在海上位置的方法。回族航海家郑和领导的大规模航海活动，就用牵星术引导航海，横过大洋，所以牵星术又被叫做"过洋牵星术"。明代李诩的《戒庵老人漫笔》记述了一种称为"苏州马怀德牵星板"的牵星工具，据研究，马怀德牵星板和阿拉伯航海家所用的相似。这种工具不是直接源于中国，而是阿拉伯航海家最先使用的。在《郑和航海图》中有4幅"过洋牵星图"，有学者认为可能就是依据牵星板测量的结果绘制的。④

---

① 《梅氏丛书辑要》卷46，《历学疑问》。

② 《明史》卷31，《历志一》。

③ 《明史》卷37，《历志七》。

④ 严敦杰：《牵星术——我国明代航海天文知识一瞥》，载《科学史集刊》，1966(9)，77～88页。

在天文历算方面，藏族的历算学在明代有了长足的发展。15世纪后期，措普·嘉央顿珠色根据14世纪初藏族天文学家祁琼多杰的体系写了《星算大辑》，并编制了历书，称之为措普历书。此历书把各种节日写入日期内，在月的解释中预示西藏地区的自然变异，包括日、月食，差闰日，以及旱、涝、冰雹等方面的内容。这种历书曾在西藏地区广为流传。这一时期，还有许多学者写了有关的历算著作，如赤列巴觉朗杰写了《广集算辑论》的解释，巴俄·祖拉陈瓦（1503～1565年）写了《算释珍宝库》等书，形成了天文历算的拉普派体系。[①]

15世纪，藏族天文历算学中除措普派体系外，还有著名的浦巴派体系，其代表人物有著名学者罗布嘉措和浦巴·伦珠嘉措。浦巴·伦珠嘉措写了《白莲王授记》及注释和《无味光大疏》，进一步丰富了西藏天文历算的内容，也为浦巴派体系奠定了基础。[②]后来，浦巴派得到了广泛的发展，1687年第司·桑杰嘉措写了星算学经典著作《白琉璃》，此书论述了黑白星算的方法，并绘图确立了许多与日、星结合的时运表，对夏、冬至及节气等也有论述，此外还补充了许多过去没有的内容。

现在流传下来的15、16世纪和17世纪初期的藏文历算典籍有数十种[③]，说明当时藏族有许多天算人才，这也反映了藏族天文历算学在当时已十分发达。

明代白族学者在天文历法方面也有一定的成就。明代白族学者周思濂“博学能文，晓星历、推步、太乙、奇门……之术”，著

---

①② 次朗：《藏族天文历算学概述》，《中国少数民族天文历算学术会议论文》，1985。

③ 黄明信、孙文景编：《藏文历算典籍经眼录》，《中国少数民族天文历算学术会议资料》，1985。

有《太和更漏中星表》、《皇极衍义》等天文历算专著。[①]白族学者杨士云(1476～1554年)对天文历法很有研究,他所著有《皇极天文》等书。[②]杨士云还是一位诗人,在他的诗稿中,有不少是陈述天文与天象的。流传下来的一些诗如《彗星》、《月食》、《纪異》、《星陨化为肉》等反映了他对天象有很广泛的研究,其中涉及日食、月食、太阳黑子和某些奇异的星空变化等内容。杨士云对古代的历法和历算方法也做过研究,他用诗文分析过许多载于史书的有名历法,如《太初元年冬十月》、《太初历》、《嘉平历》、《永元历》、《开元正历》等诗文都是研究古历法的产物。在他的诗文笔记《历法》以及诗《日历》、《月历》、《章会统元》中还有关于历算和推步的内容。他的一些诗文对于现在学习古历法仍有一定参考价值。[③]

数学与天文学在古代有着密不可分的关系,少数民族的天文历算本身也包括了数学方面的内容,数学一般也被少数民族科学家看做是天文历算学的一个组成部分。明代少数民族的数学工作主要包含在天文历法之中。

明初回回天文学家所用的数学知识以阿拉伯算法为主。明黄省曾《西洋朝贡典录》称:"国初司天监外设回回司天监,取回回人世官之,用本国土板历,并兼推算。"又贝琳称洪武年间翻译回历为:"去土盘译为汉算。"由此可知,回回天文学家当时通用的是阿拉伯的土盘算法。土盘算法是古代印度、阿拉伯、波斯等国的流行算法,其法是用沙土散在一长方形的盘上,以竹棒或铁棒在沙面上书写计算。这种算法可能最先为印度算家所用。流

① 民国《大理县志稿》卷22,《人物》。

② 万历《云南通志稿》卷11,《大理府人物》。

③ 王连和:《妙香古诗话天文——白族天文学家杨士云天文诗篇介绍》,《中国少数民族科技史研究》第二辑,63～67页。

传到阿拉伯地区后，则更为穆斯林所广泛采用。土盘算法为回回族世守之法，它随回回历的出现也一同被输入中国。[1]

土盘算法的特点是，计算中一个数起到其应有的作用后就被擦去，以保留书写空地，最后给出的是计算结果，而不保留中间的计算过程。用土盘法可做加、减、乘、除、开方等运算。我们这里只举一个最简单的加法的例子来说明其特点。例如要计算345和488相加等于多少，可能的过程是，将两数先直接书于土盘，要将相同数位上的数字对齐(图3.1.1.1)；计算从左向右进行，先将3与4相加得7，就把7写在最左一列的上面；再把4与8相加，得12，这时擦掉7改写8，后面写个2；接着计算

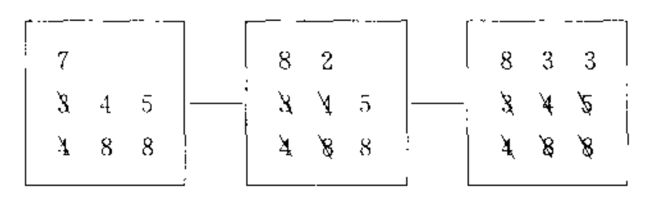


图3.1.1.1

5＋8，得13，这时要擦去上面第二个数2改为3，接着后面写个3，最后结果833出现在土盘上，此时345和488也可以擦去了，这样就留下了做进一步计算的空地。

关于明代对土盘算法的使用，在许多古文献中都有记载，但对具体的算法却很少有详细说明。《明史》卷三七"历志七"载："盖其人之隶籍台官者，类以土盘布算，仍用其本国之书而明之，习其术者，如唐顺之、陈壤、袁黄辈之所论著，又自成一家言，以故翻译之本，不行于世，其残缺宜。"这说明土盘算法在明代流传的范围并不十分广泛。

---

[1] 李俨：《伊斯兰教和中国历算的关系》，《中算史论丛》第五集，57～75页。

明代藏族历算家计算时用一种称作“沙盘”的工具，15 世纪的历算家诺桑嘉错（1423～1513 年）就已用此算具推算历法，后来的藏族历算家和学者普遍地采用沙盘计算。[①] 沙盘与上面所述“土盘算法”的算具为同一类工具，藏族的天算与印度天文历算有一定关系，这种算具当源于印度。沙盘长期以来为藏族历算家沿用，直到现在仍有应用。它是在一个长方形的木板上钉上边框，在板的一端隔出一槽或做一匣，其中装有沙子，匣的侧面中央有一圆孔，与另一边板面相通，计算时将匣中沙从孔中流入盘内的板面上，摊匀后用小铁棒或小木棍在沙面上计算（如图 3.1.1.2）。[②] 算完之后，再把沙子收回匣内，其功用和一小黑板相当。[③] 藏族很早就有了自己的数码，其形式和早期的印度—阿拉伯数码很相似，也是十进制的，书写起来也很容易。

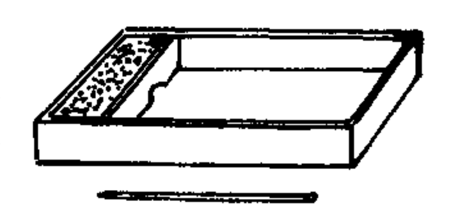


图 3.1.1.2

还应指出的是，在明代翻译的《回回历法》中应用了球面三角的算法。回回历中对五星位置的计算方法，是由希腊天文学中继承下来的，但有了一些改进。贝琳的《七政推步》详细记载了回回历中用三角函数求行星经、纬度的方法，这无论在我国数学史还是天文学史上都是第一次，而且对于明末清初人们学习西方天文、数学知识也起了一定的促进作用。

明代吴敬《九章算法比类大全》（成书于 1450 年）有一种“写

① 西藏拉萨市藏医院藏历编辑室：《西藏天文星算学及其发展简史》（油印稿），1980。

② 李迪：《中国数学史简编》，297 页，辽宁人民出版社，1984。

③ 陈遵妫：《中国天文学史》第三册，150 页，上海人民出版社，1984。

算"乘法，它是根据相乘两数的数字位数，先画好方格，将相乘的数分别置于方格的上方和右方。每两个数相乘的积写在相应的方格里，斜行相加就得出所求乘积的各位数。图 3.1.1.3 是 456789×425＝194135325 的"写算图"。这种算法在明以前的文献中都未见记载，但在明代却十分流行。在明程大位的《算法统宗》中将这种算法又称为"铺地锦"。这种算法在阿拉伯、欧洲、印度等许多国家非常流行，也属于"土盘算术"里的一种乘法，大概也是随回回历法或其他渠道流传到中国的。① 这种格子算法很容易掌握，在应用中国数码后很快成为民间的一种常见算法，对普及数学教育起过一定作用。　　　　（冯立升）

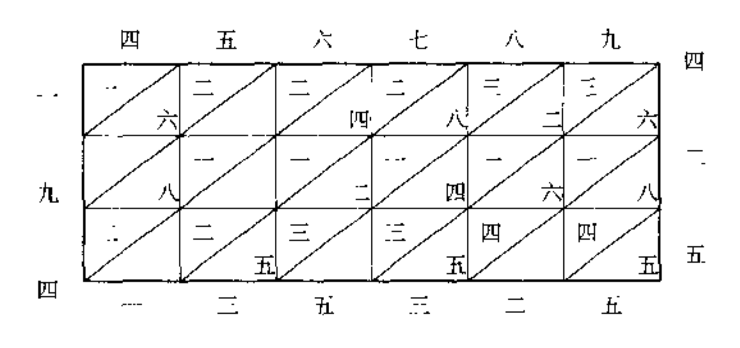


图 3.1.1.3

第二节　航海与地理学

明代少数民族对我国航海技术的进步与地理学的发展也起过重要作用。明初著名的回族航海家郑和（1371～1435 年）率领庞大的中国远洋船队，先后 7 次"下西洋"，纵横太平洋与印度洋上。他的游踪遍及三十几个国家，不但沟通了中西交通航道、发

① 李迪：《中国数学史简编》，219 页。

展了海外贸易，而且也极大地丰富了我国人民的地理知识。随同郑和远航的回族翻译家马欢还写下了一部地理著作，详细描述他所经历的东南亚及阿拉伯等许多国家的风土人情和地理情况，把郑和远航在地理上的一些新发现，通过文字的记述传播开来，对开阔中国人的地理视野起了重要的作用。

郑和本姓马，名"三保"或作"三宝"。明洪武四年(1371 年)生于云南昆阳州和代村，为元初云南平章政事赛典赤·赡思丁子马忽速五世孙，即赡思丁的六世孙。洪武十五年(1382 年)，明军进攻云南，打败元朝的留守势力，年仅 12 岁的郑和也被俘获，后又辗转送至燕王朱棣的府邸当侍童，很受朱棣赏识。朱棣即皇位后，郑和被赐姓授职，提拔为内官监太监。[①] 朱棣为了巩固自己的政治地位，派遣使臣分别出使近邻各国，力图扩大国际交往，并借此"宣扬国威"以提高自己的声望。郑和就是在这种情况下被委以重任，率领大规模船队，出使"西洋"。永乐元年(1403 年)，当朱棣计划开展海外诸国的邦交活动之际，郑和就被派往东西洋各地，经受航海实践的锻炼，为领导大规模航海事业进行准备工作。郑和的早期航海活动，显示出他具有航海方面的才能，使明成祖能把庞大的船队交他全权指挥。在永乐三年(1405 年)第一次下西洋之前的两年里，郑和进行了几次小规模航海活动，这使他掌握了航海知识，增长了才干，为第一次下西洋获得成功打下了基础。

郑和的第一次远洋航行，于永乐三年(1405 年)六月出发，率大船 62 艘，连同中小船只共计 200 多艘。使团人员多至 27 000余人，除军队的官兵外，仅技术人员就有火长(负责罗针)、碇工、班碇手、水手以及铁锚、木艌、搭材等匠，还有医官、医

① 郑一钧：《论郑和下西洋》，19～27 页，海洋出版社，1985。

书算手、阴阳官生和翻译人员。他们从苏州刘家港启程，泛海至福建，然后再由福建五虎门扬帆，"首达占城，以次遍历诸番国"。[1] 船队离开占城后，复南行到爪哇国，由爪哇又到旧港，然后到马来亚半岛西岸的满剌加国（马六甲）。再由此出发，向西北到苏门答腊岛北部的苏门答腊国，又至南渤里国，再航至锡兰山（即锡兰岛），然后绕印度半岛南端而北，到达小葛兰国、柯枝（今印度西南岸柯钦一带）、古里（今印度西南沿海科泽科德一带）等地，最后在永乐五年（1407年）秋季，返航回到中国。

从此，郑和前后7次下西洋，行踪遍及今东南亚、印度洋沿岸和非洲东海岸等三十几个国家和地区。其中第二次（1407～1409年）和第三次出使，都到达了今巴基斯坦的印度河口一带；第四次（1413～1415年）又航行到达今波斯湾；第五次（1417～1419年）和第六次（1421～1422年）航程很远，到达了今非洲东岸的索马里和肯尼亚一带；而第六次远航的分遣船队西行深入大西洋，抵达西南非海岸，东行深入太平洋，抵达澳大利亚海岸；第七次（1431～1433年）主要船队止于波斯湾，分遣船队则进入红海到达阿拉伯半岛的西南岸，另还有分遣船队赴东非沿岸国家。

郑和等人的远航，无论从组织规模还是从所掌握的航海技术及海洋地理知识看，都代表了当时世界的先进水平。郑和下西洋航程之远、规模之大，是当时世界上绝无仅有的。郑和船队分别向非洲西海岸和爪哇东南以外海域所进行的海上探索，他下西洋的航程向西延伸至大西洋，向东延伸至太平洋，已到了能够进行环球航行的边缘。尽管由于历史条件的限制以及时代的局限性，地理大发现的使命未能由郑和等中国航海家完成，但郑和

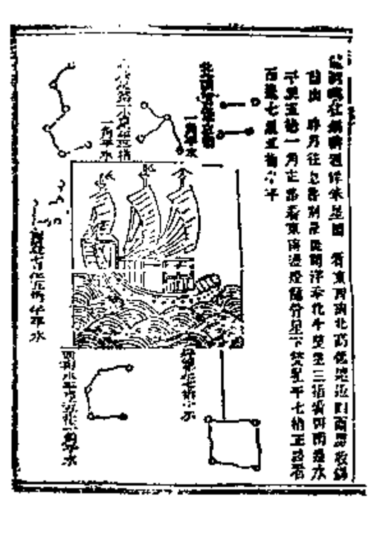
[1] 《明史》卷26《郑和》。

船队所经历的航程，在那么广大的范围内，建立起了各个国家和地区的海上交通航线，沟通了整个印度洋地区各国之间的联系，不仅是世界航海史上的创举，而且对世界文明也作出了重要贡献。

郑和七下西洋的近30年间，是我国古代航海事业的极盛时期，我国的航海技术和海洋知识水平得以迅速提高，由此开始对海洋的认识建立在科学实践的基础之上。郑和船队通过航海实践发展了我国的天文航海技术。郑和船队的航海家继承了中国古代在天体测量方面的重要成就，把它创造性地运用于航海方面，从而形成了当时先进的航海技术——过洋牵星术。由于郑和船队遍历南洋和印度洋广大海域，所观测天体的范围，大大超过以往人们航海观测所能涉及的范围，因而进一步发展了我国传统的航海天文学。现在还保存在明刊本《武备志》(茅元仪著)中的《郑和航海图》及其中所注的过洋牵星数据，即反映了郑和航海在这方面所取得的成就，这是我国现存最早的、完备的关于牵星术的记载。在22页的海图中，载有牵星资料的共5页半，载有牵星数据近60～70处，是研究我国古代航海天文的重要文献。

从《郑和航海图》可以看到，郑和船队从南京出发以至苏门答腊岛北端，航线沿途都注上了罗盘针路，说明这一段是用指南针定位。从龙涎屿(苏门答腊岛西北)往西到锡兰山，更由锡兰山向西北，无论是沿着印度洋西岸走，还是横渡印度洋以至阿拉伯半岛和非洲东北部沿海，都尽量用星辰定位，并和罗盘针相辅而行。[1] 海图上共记录有64处各地所见北辰星(即北极星)和华盖星(即小熊座β星、γ星等八星)的高度。在《郑和航海图》所附4幅《过洋牵星图》中，还以图示的方法标出了船经印度洋各地时

① 向达整理:《郑和航海图》,中华书局,1961。









所见的许多星辰的方位和高度。这些资料概括了郑和远航使团的天文航海技术，反映了15世纪初利用天文导航的世界先进水平。

郑和航海船队还继承和发展了我国古代的天文航海技术，促进了航海技术的全面发展。郑和下西洋时，指南针在航海中的应用，已远超出指示方向的范围，其主要功用是测定针路，即“以针位取海道”。[1] 航海中用指南针指向等方法所确定的行船路线，主要靠罗盘引路，所以叫针路。在《郑和航海图》、《西洋朝贡典录》、《东西洋考》等许多明代文献中，对郑和下西洋的针路，均有详略不同的记载。在针路中对开航地点、航向、航程、船到地点都准确写明；在晚间航行中，还要把牵星记录写入针路里；此外航行过程中还要不断测量水深，也写入针路。郑和船队在航海中，单针和缝针配合使用策应航向，使航行方位尽可能准确，从而保证了船队的顺利通航。这较仅用单针的航海术有了很大的进步。在船队中有负责使用罗盘、按针路指挥行船的技术人员——火长，船上还有专门放置指南针的针房。在郑和远航中，还应用了计程仪、测深仪等航海仪器，对探索海底情况保障顺利航行也起了重要作用。

郑和等人的远航，丰富了我国有关海洋地理的知识，在海岸地形、海水深度和海洋气象等方面有突出的贡献。早在远航之前的航海实践中，郑和就注意收集过海图资料，组织海洋调查活动，他还亲自校正过一些海图的内容。据福建集美航海学校搜集到的《宁波海洲平阳石矿流水表》中记载：“永乐元年，奉使差官郑和、李恺、杨敏等出使异域，躬往东西二洋等处……较政牵星图样、海岛、山屿、水势、图形一本，务要选取能识山形水势，日夜

---

[1] 黄省曾：《西洋朝贡典录》卷上，《占城国第一》。

无歧误也。"通过近两年时间的航海实践与调查研究，郑和取得了第一手资料，校正牵星图样，使他对东西洋各地海岛、山形、水势，以及水陆分布的特点，有了明确的了解，并积累了一定的观测海洋的经验，获得了为远航重洋所必需的海洋科学知识。[①] 郑和在出使远航的时候，沿途都作了比较翔实的记录。在著名的《郑和航海图》中，详细记载了郑和船队从南京下关宝船厂出发，向南沿江、浙、闽、粤海岸西行，经过太平洋、印度洋沿岸各国，最后到达非洲东岸的航线。图中绘明了航线上各地的方位、航程远近、打水深浅以及航行所牵的星位，对途中所见的海岸线、山脉、岛屿、沙洲、浅滩、珊瑚礁和港湾等都在图上绘出。关于《郑和航海图》的精确性问题，本世纪初期欧洲学者米尔斯(J. V. Mills)和布莱格登(C. O. Blagden)曾仔细进行过研究，他们二人都十分熟悉整个马来半岛的海岸线，"而他们对中国航海图的精确性作出了很高的评价"。[②]《郑和航海图》中东南亚部分相当精确，此海图对郑和船队所经太平洋、印度洋地区水陆分布特点的描述也代表了当时的世界水平。

郑和船队在远航过程中十分注重对海洋地貌的探索。郑和船队对航经各地洋面的深浅、海底情况、海上地貌等都有测量和认真的观察记录。郑和船队探测海底地貌采用的是传统的重锤法，在需要测量的地点，把一端系有铅锤的长绳放入水中，铅锤的底部涂以牛油或蜡油，从绳子进入水中的长度可知水深，从铅锤上粘的泥沙判断底质。郑和等人对海岸(包括海岛)地形作过普遍调查，《郑和航海图》所载地名 550 个，其中外国地名 294 个。所编亚、非两洲海岸地形尤详。图中我国岛屿达 532 个，外

① 郑一钧：《论郑和下西洋》，15 页。

② 李约瑟著：《中国科学技术史》(中译本)第五卷"地学"，第一册，170 页。

国岛屿 314 个。海岸地形类型已分出岛、屿、沙、浅、石圹、港、礁、硖、石、门、洲等 11 种。郑和航海，还很注意危险的海区，对各地危及航海的潮汐、海浪、旋涡等，都认真观察记录。由于郑和比他以前任何一位航海家都更广泛、更长期接触、利用海洋，他的船队为后世留下了一批有科学价值的关于太平洋、印度洋多方面的资料，这对我国古代航海事业与海洋科学的发展无疑起了极大的推动作用。

郑和七下西洋完成的光辉业绩，显示出他具有多方面的才能，他既是出色的军事家和外交家，也是卓越的航海家和海洋科学家。随同郑和远航的翻译马欢称郑和航海“其人物之丰伟，舟楫之雄壮，才艺之巧妙，盖古所未有”。[①] 郑和本人在远航前不但掌握了先进的航海术，同时也掌握了为远洋航海所需的天文地理。海洋科学以及航船驾驶修理等多方面的知识。他能够领导规模巨大的船队，渡过无数惊涛骇浪，顺利完成各次出使任务，不仅反映了他具有丰富的航海知识，更能说明他所具有的卓越的组织和指挥才能。

随同郑和出使海外的使团人员中，还有其他回族人物，郑和第四次下西洋，要远访忽鲁谟斯以西阿拉伯国家，“道出陕西，求所以通译国语可佐信使者”。[②] 在西安羊市大清真净寺访得该寺掌教哈三，聘为通事(翻译)。马欢也在准备第四次下西洋时被聘为通事。在郑和使团中精通阿拉伯语的人还有不少，其中肯定还有其他回族人才。郑和使团的通事们，对于郑和航海事业的成功和发展中国与亚洲诸国的友好关系也作出了很大的贡献。马欢曾三次随郑和下西洋：第一次参加郑和船队第四次远航，第二次

① 马欢：《瀛涯胜览》序。
② 郑鹤声、郑一钧：《郑和下西洋资料汇编》上册，173 页，齐鲁书社，1980。

参加郑和船队第六次远航，第三次参加郑和船队第七次远航。马欢也是一位“才干优裕”的有识之士，其“三入海洋，遍历番国，金帛宝货略不私己，而独编《瀛涯胜览》一帙以归”。[1] 马欢的这部书是明代有关域外地理和海洋地理的重要著作。

《瀛涯胜览》载占城（今越南南部）、爪哇（今印度尼西亚之爪哇）、旧港（今南苏门答腊之巴邻旁）、暹罗（今泰国）、满剌加（今马来半岛马六甲）、哑鲁（今北苏门答腊南端巴鲁蒙河口）、苏门答剌（即苏门答腊）、那孤儿、黎代、南巫里（苏门答腊岛北端之西）、锡兰（今斯里兰卡）、小葛兰（今南印度印之奎隆）、柯枝（南印度洋之柯钦）、古里（今印度西海岸的科泽科德）、溜山（今马尔代夫群岛）、祖法儿（即今佐法尔）、阿丹（即今亚丁）、榜葛剌（今孟加剌）、忽鲁谟斯（在今伊朗霍尔木兹）、天方（在今沙特阿拉伯的麦加）等 20 个国家和地区。对他随郑和出使所访问过的这些国家的地理位置沿革、重要都会、形胜名迹、山川地理、社会制度、生产状况、商业贸易，以及社会风俗和宗教信仰等都作了翔实而生动的叙述，对这些国家的气候、物产和动植物也有重要的记录。

马欢的《瀛涯胜览》留下了郑和船队远航的一些宝贵的科学记录，对丰富我国海洋科学知识作出了贡献。书中记载了一些大洋上的危险区，如苏门答腊国“一日二次潮水长落，其海口浪大，船只常有沉没”。[2] 又溜山国“有八大处，溜各有其名……设遇风水不便，舟师失针舵损，船过其溜，落于溜水，渐无力而沉，大概行船皆宜谨防此也”。[3] 指出当风向、海流不利于航行时，船舶误入马尔代夫群岛海域几处巨大的旋涡中，就会沉没。像这样一类

① 马欢：《瀛涯胜览》序。
② 马欢：《瀛涯胜览·苏门答剌国》。
③ 马欢：《瀛涯胜览·溜山国》。

有关印度洋危险地带的海洋资料被记录下来，使后人横渡印度洋时可以引以为戒，这无疑是很有价值的资料。在马欢的书中还有不少有关海洋生物的记载，如书中记述：锡兰国“海中有雪白浮沙一片，日月照其沙，光彩潋滟，日有珍螺集沙上。其王置珠池，二三年一次，令人取螺蚌倾入池中，差人看此池，候其坏烂，则用水淘珠”。[1]这里除记载了锡兰国海中螺蚌聚集沙上的状况外，还记载了该国周期性从螺蚌中生产珍珠的过程。

在《瀛涯胜览·满剌加国》中有一段记载很值得注意：

> “中国宝船到彼，则立排栅如城垣，设四门更鼓楼，夜则提铃巡警。内又立重栅小城，盖造库藏仓廒，一应钱粮顿在其内，去各国船只到此处取齐，打整番货，装在船内。等候南风正顺，于五月中旬开洋回还。”

马欢在这里记载了郑和远航大䑸建立基地的情况，说明了它的作用；此外还提及帆船适应季风转向的作用，记录了郑和船队利用西南季风返航的史实。在马欢《瀛涯胜览》中还有宝船尺寸、郑和船队的人员组织以及其他有关郑和远航的详细情况，该书是研究郑和下西洋的基本史籍之一。

人们通常以《瀛涯胜览》和明代费信的《星槎胜览》与巩珍的《西洋番国志》并举，视为有关郑和下西洋的三部原始资料，是郑和使团成员留给后世的珍贵史料。其中马欢的著作在记述地理沿革、风俗物产以及国之疆界、城郭设置等方面往往比《星槎胜览》更为具体。而《西洋番国志》又多采用马欢的记录，所记占城、爪哇、忽鲁谟斯等20国，内容与《瀛涯胜览》大同小异。在郑和的使团人员中，马欢是一位贡献比较突出的人物。（冯立升）

---

① 马欢：《瀛涯胜览·锡兰国》。

第三节 工程技术

明代少数民族在工程技术方面也有较大的进步，其中以土木建筑工程的成就最为突出，在冶铸、兵器制造、造纸、印刷等方面也有某些成就。

藏族、回族的建筑已达到了相当高的水平，北方的蒙古族、达斡尔族和南方的纳西族和傣族等民族在建筑方面也有了新的进步。不同的民族根据当地条件并吸收其他民族的文化发展起了各自的建筑技术，各地区的民族建筑表现出了不同的风格。

藏族在建筑技术上有着悠久的历史。帐篷与碉房是藏族最古老和最普遍的居住建筑。在唐初佛教从内地和印度传入西藏后，汉族的建筑技术也传入藏区，并且与原有的碉房建筑相融合，形成了独特的藏族寺院建筑艺术，以后又不断得到丰富和发展。明代是藏族寺院建筑发展的一个重要时期，先后修建了许多寺院建筑，喇嘛教建筑得到蓬勃发展。当时修建的比较著名的寺院建筑有拉萨噶丹寺(1409 年)、色拉寺(1419 年)、哲蚌寺(1416 年)，日喀则的扎什伦布寺(1447 年)，江孜的白居寺(1390 年)及班根塔、庄孜寺(约 1400 年)，昌都的昌都寺(1444 年)等。这些大寺院，包括宏伟华丽的宫殿不下 60 余座和 200 多座大经堂，以及大量的壁画、精美的雕塑和各种鎏金工艺美术品。这些寺院建筑，不仅规模大，而且具有很高的技术水平。

寺院建筑是当时藏族社会中最重要的建筑类型，比较集中地反映了藏族人民长期以来的工程技术和文化艺术成就。例如，创建于明正统十二年(1447 年)的扎什伦布寺是一个典型的寺院建筑实例，反映了明代藏族建筑技术达到的高度水平。它位于日喀则西面向阳的扎什伦布山坡上，是一片规模宏大的建筑群，

它是我国黄教六大名寺之一。[1] 扎什伦布寺的平面布局具有院落式的特点，建筑分布东西1.7千米，上下半千米，四周有高大的城垣，建筑依山而建，层层叠叠高低错落，宏伟壮观。它以主要建筑"错钦"(大殿)为中心形成一组组建筑，遍布山麓，沿等高线层层向上修建，将位于高处的主体建筑殿堂等衬托出来，使建筑群统一而又富于节奏感。寺院建筑包括著名的错晴大殿、罗赛林(显宗)、露子(显宗)、吉康(显宗)和阿巴扎仑(密宗)，还有40个"康春"喇嘛的住房三千余间。另有大、小殿堂10余处，这些建筑群是陆续修建起来的，历经数十年，总面积有30多万平方米。寺院建筑为坚厚而带有显著的侧脚收分的碉楼，主要的佛殿除本身有庞大的外形和富丽的色彩外，还冠以汉式的殿阁，殿阁为歇山重檐式屋顶，屋面用镏金铜版做成瓦型(图3.1.3.1)。[2] 寺中各殿供佛极多，且多精美生动，各殿所藏明、清时期的文物和手工艺品也很多。



图3.1.3.1 西藏日喀则扎什伦布寺

位于江孜市街西头的白居寺是一座明初修建的寺院建筑，形式较为独特。它的主体建筑错庆大殿和大菩提塔建在平地上，而其余建筑物均

① 王毅：《西藏文物见闻记(二)》，载《文物》，1960(8)(9)，52～57页。

② 中国科学院自然科学史研究所主编：《中国古代建筑技术史》，345～346页，科学出版社，1985。

依山修建。错庆大殿建于明洪武廿三年(1391年),大菩提塔(即班根塔又称八角塔)建于永乐十二年(1414年)。班根塔的建筑形制独特,很有特色。此塔四面八角,每层塔面之门饰檐花等,各有不同。有许多建筑附属物的饰件,极为精美。它下面的基座做成佛寺的门廊形式,层叠而上,上面安放塔身,沿塔的外壁设置了许多小佛龛在喇嘛塔中,共有108个门,76间龛室。龛室中均有塑像和壁画。据说塔中佛像约千余种,菩萨像55种,加上壁画像,共计佛像约10万尊,因此又称10万佛塔。塔中的塑像与壁画异常精美,此塔具有很高的艺术价值。[1]

藏族有着传统的营造技术,形成了一整套设计标准、结构体系和施工与工艺技术。明代寺院建筑的成果反映了藏族匠师丰富的建筑经验和高超的技术水平。

明代藏族在桥梁技术上也有重要的成就。西藏传说中大量的铁索桥的兴建和改造是在15世纪。此时有一位著名的建筑大师,也是藏戏的创始人,对西藏桥梁的修建做出了重大贡献。他就是噶举派(白教)喇嘛唐东杰布(1385～1465年)。他先后在雅鲁藏布江等江河上,建造了约58座铁索桥和60多座木桥。西藏著名的索桥鲁衣桥、彭错林桥、拉孜桥,传说均是他的作品。这些铁索桥都是双链,鲁衣铁索桥用牛毛绳悬挂狭条木板桥面,彭错林桥则用牛皮,拉孜桥用藤条,都是V形的断面,铁链都铆系在埋在两岸大石堆中的大木上。[2] 位于日喀则东南4里跨年楚河的苏木佳石桥,相传也是唐东杰布所建。它长70余丈,计19洞,石台、石板梁,可通行车马,为藏地桥梁之冠。

回族的古建筑以清真寺最为著名,其建筑技术成就,也突出

---

① 王毅:《西藏文物见闻记(四)》,载《文物》,1961(1),第49～53页。
② 茅以升主编:《中国古桥技术史》,120～121页,北京出版社,1986。

表现于礼拜殿的建筑。西安化觉巷清真寺是回族礼拜寺的重要实例，它修建于明代。明嘉靖五年(1526 年)修建时由两进院组成，至明万历三十四年(1606 年)重建时扩大为四进院落。由于教徒礼拜时须面西朝向麦加圣地的方向，所以布局上采用东西向的轴线，大门位于东端，总体上以轴线对称布置各种建筑，吸收了汉族的布局方式。原来的两进院落组成的建筑，前面院内中央为"邦克楼"，这是礼拜寺之突出建筑。二进院内主要建筑为礼拜殿，由三个歇山顶拼连，平面成凸字形，构成面积为 1 002 平方米的大空间，可同时容纳 1 900 人礼拜。①后来加建两进院落，向东延伸约 80 米，主要是由牌坊、门庑、照壁等并作寺院建筑，以增加规模和气度。使礼殿、"邦克楼"退居后部，反映了汉族建筑传统布局形式的影响。寺中最富有伊斯兰教特色的是寺内的装饰。礼拜殿内主要以暗红、棕和金色的蔓卷纹及阿拉伯文字组成繁密的图案，在深邃的殿中形成一种伊斯兰教建筑特有的气氛。中亚礼拜殿，一般分为前廊、大殿及后殿三个组成部分，化觉巷清真寺的礼拜殿，其平面形式基本脱胎于中亚礼拜殿，但与中亚传统的楼阁建筑不同的是：后者完全是一座勾连搭的大殿形式。这说明回族在吸收融化中国与中亚传统建筑的基础上创造了独特风格的中国伊斯兰教建筑。

明代蒙古族在建筑方面也有了很大的进步。明代后期成批汉族兵民进入漠南蒙古地区，黄教也相继传入，土木建筑的板升(房屋建筑)和佛寺兴起，村寨和城市也出现了，一些蒙古族逐渐改变了居住方式，走向定居。由于俺答汗(1507～1582 年)、阿巴岱汗等封建主招聘了大批汉、藏工匠修筑城郭、寺庙，并由内地

① 中国科学院自然科学史研究所主编：《中国古代建筑技术史》，375～377 页。

提供建筑材料，其建筑艺术深受汉、藏风格的影响。例如，由俺答汗主持修建的库库河屯（归化城，今呼和浩特市），在设计、施工方面，基本上是按照内地城堡式建筑营建的，分为内外城，城内的宫殿、宅第，是汉地宫殿式建筑。当时“遣汉人采大木十围以上，复起朝殿及寝殿凡七重，东南建仓房凡三重，城上起滴水楼五重，会画工绘龙凤五彩，艳甚。已于土堡中起大宅凡一所……已建东蟾宫、西凤阁凡二重，滴水土楼凡三座”。[①] 另据蒙文抄本《俺答汗传》记载，1572 年，“俺答汗仿照失去的大都筹建库库河屯，收聚统辖十二土默特大众，决意建造得无比精巧。在哈尔古纳山（大青山）之阳、哈屯河（黄河）之滨，有风水的吉祥之地，精建了有八座楼宇的王宫殿阁”。[②] 据考证，库库河屯初建成于万历三年（1575 年），当时已是一座规模宏丽的城市，明朝皇帝赐名“归化”。[③] 俺答汗还在库库河屯和鄂尔多斯地方建筑了不少佛寺，如在归化城修筑了蒙古地区的最早的黄教寺院弘慈寺。喀尔喀的阿巴岱汗则于万历十四年（1586 年）在哈剌和林的废墟上建造了喀尔喀地区的第一座黄教寺庙额尔德尼昭。这些寺庙建筑受到了西藏建筑艺术的影响，佛寺中的佛像、壁画和各种装饰是蒙汉藏各族工匠手艺的结晶。

明代蒙古牧民住的依然是毡包，但毡包的支架、天窗、门扇等有了改进，变得适于迁移和运载，出现了折叠式支架、圆天窗，毡包的尖顶改成了圆顶。在贵族、领主中流行大型宫帐。汗王拥有 8 块或 15 块支架搭成的宫帐。[④]

① 《万历武功录》卷 7，《俺答列传中》。

② 《俺答汗传》，19 页上。

③ 薄音湖：《从板升到库库河屯的建立》，《中国民族史研究》，226～227 页，中国社会科学出版社，1987。

④ 《蒙古族简史》编写组：《蒙古族简史》，202 页。

明代以来,达斡尔族在建筑工程方面有了较大的发展。由于自卫防御的需要,建造了较坚固的城堡。到17世纪中叶,已形成了具有城堡和屯落的居住区。他们不但建立了数十个自然屯,而且"在阿穆尔河和结雅河沿岸以及小岛上的许多地方,都有达斡尔人的城镇和村落遗址"。当时达斡尔族人在黑龙江上、中游修建了额尔图、雅克萨、多金等十余座城堡。前苏联考古学家诺维科夫、达斡尔斯基,据实地调查后,写了《古代黑龙江沿岸地区》一文,描述了这些城堡的结构。他们指出:"达斡尔型的城址……四周环以土墙和壕沟(常常是两层,有时甚至有三层),有构造奥妙的入口,大多在南面,很少在东面。广场四角耸立着旧的小塔楼的座基,其中西北角的塔楼通常要比其他的大,并且总是向前突出。在这样的城址附近,有许多村落遗迹。"[①]这说明达斡尔人的建筑技术已经有了可观的发展和进步。

明代南方的傣族、纳西族在建筑方面也有了明显的发展。傣族地区在明代中期开始普遍信仰小乘佛教。佛教对于傣族人的日常生活起着直接的支配作用。男子在成年前必须当一段时期的和尚。在一年的若干宗教节日期间,全村寨人都要停止生产,参加宗教活动。据明人朱孟震记载,傣族地区当时"俗尚佛教,寺塔遍村落,且极壮丽。自缅甸以下,惟事诵经,俗不杀牲"。[②]由于宗教和世俗社会关系密切,每一村寨皆设建佛寺,村寨越是富足,佛寺的规模和建筑质量也越大、越好。村寨人民住宅的建筑都很简朴,但佛寺和佛塔,则修造得壮丽雄伟。建寺修塔,赕佛斋僧,傣族人民人人乐为。由于佛教的盛行,促进了傣族建筑技术的发展。现存佛寺,可能以曼广的最早(1597年),其余大多建于

---

① 转引自《达斡尔族简史》,19页。

② 朱孟震:《西南夷风土记》,《丛书集成初编》本。

清代或清以后。

纳西族的建筑技术在明代有了较大的进步。纳西族最早的居住建筑是帐篷和窝棚，到明代已兴建木结构的井干建筑"木楞房"。当时的民居建筑"用圆木纵横相架，层而高之，至十尺许，即加椽桁，覆之以板，石压其上，房内四面皆施床榻，中置火炉，高与床齐，用铁链刳木甑，炊爨其上"。[1] 明代已开始修建瓦房，但均系土司或头人的大宅。宫室庙堂建筑则很壮观。丽江木土司的宫殿，多仿中原建筑，虽不很高大，但层层叠叠，上覆铜瓦，下有玉砌雕栏，具有庄严宏伟的气派。所以徐霞客称"宫室之丽，拟于王者"。[2] 这表明纳西族的建筑技术已达到了较高的水平。

明代少数民族在铸造、冶锻以及金属工艺方面也有不少成就。

藏族的金属工艺有着悠久的历史。明代藏族的金匠工艺、铁匠工艺、铜匠工艺和银匠工艺都达到了很高的水平，并且对蒙古族金属工艺的发展产生了一定的影响。以铜匠工艺为例，在日喀则扎什伦布寺的大强巴殿内，有一尊大铜佛像，是由 110 名工匠，花费黄金 6 700 两、黄铜 115 875 千克才修造成的。铜佛身高 26.5 米，造型生动，制工精湛，反映了惊人的创造才能和工艺水平。[3] 藏族的传统鎏金技术驰名中外，色拉寺、扎什伦布寺的金顶，各种鎏金饰物，如宝塔、倒钟、金轮、金盘等，在阳光下光彩夺目。用铁索架设桥要冶炼、锻制成千上万的索环和许多铁锚。唐东杰布建造的铁索桥，经历了几百年暴风雨冲淋，依然完好，没有生锈也没有减退铁的本色，反映了较高的工艺水平。

---

[1] 正德：《云南志》卷 11。

[2] 《徐霞客游记》卷 13，《滇游日记六》。

[3] 张大镛：《藏族古代工艺述评》，《中国少数民族科技史研究》第四辑，188 页。

蒙古族的铸造、冶锻工艺也有了新的发展。明代蒙古军士使用的八角盔兜、镀金钢盔、环刀、各种铠甲、火枪、剑、箭镞等，说明其铸造、锻制技术的水平。在俺答汗赠送索南嘉错(即第三世达赖喇嘛)的见面礼中有宝石镶嵌的金鞍辔和其他金银制品。明代蒙古贵族拥有银锅、银盘、金碗、金银鞍辔、箭壶、戒指、金腰带等许多金银制品，也说明了当时的工艺水平。明人萧大亨曾记载蒙古族的精良铁制武器和装备，“镞以铁为之，有阔二寸或三四寸者，有似钉者，有似凿者，然阵中人不数矢，矢不虚发也。弦以皮条为之，粗而耐久也……甲胄以铁为之，或明或暗，制与中国同，最为坚固，矢不能入，徒跃如也……庚戌之犯，其铁马金戈，明光曜目，夫岂裸体来哉？特彼中少铁，故贵铁，贵铁故精于铁，非若我之多而滥恶也”。[①] 说明蒙古族制造铠甲的工艺十分讲究，造出的铠甲质量很高，而且胜过内地的制造技术。

明代西北的少数民族与回回族炼制镔铁的技术很著名。明人曹昭《格古要论》(1387 年)一书载：“镔铁出西番，面上有旋螺花者，有芝麻雪花者。凡刀剑器打磨光净，用金丝矾矾之，其花则见，价值过银。古语云：‘识铁强如识金。’假造者是黑花，宜仔细辨认。刀子有三绝：大金水总管刀，一也；西番鸿鹇木靶，二也；鞑靼桦皮鞘，三也。尝有镔铁剪刀一把，制作极巧，外面起花镀金，里面嵌银回回字。”明人文震亨也说：“有宾铁剪刀，外面起花镀金，内嵌回回字者，制作极巧。”[②] 上述关于镔铁及其显示花纹的工艺十分精湛，而且关于使用腐蚀剂显示钢铁金相组织的记录，早于西方显示镔铁花纹的纪录将近 3 个世纪。

白族在造纸技术上成就十分突出。鹤庆在南诏大理国时就

① 萧大亨：《夷俗记》，《教战》。

② 曹昭：《格古要论》卷 6，《金石论·镔铁》。

已发展起了造纸业,到了明代仍然是白族造纸业的中心。鹤庆白棉纸在历史上享有盛名。除鹤庆外,大理县一带也生产纸,旧《云南通志》说,大理"有清水粉纸二色,今停制,大小纸房二村尚存,草纸厂设苍山西面数处"(引《大理县志稿》)。明代白族学者李元阳在《嘉靖大理府志》"物产"中还记载了一段大理造纸术的重要史料:"纸,谷皮为之,出城西大小纸房。其洗亮用药师井水者颇细腻,谓之清抄,久藏不蠹。其有用米粉抄者,易漫漶腐蠹,官中薄籍,尤非所宜。乃奏本纸亦用之,取其鲜白,而知字画脱落,反以取罪。"由此可知,明代大理一带所造的纸是谷纸,生产时有清抄和米抄两种。[①] 施加米粉的目的是增加粘滑性,有利于纤维的悬浮,以避免因纤维下沉造成的纸张厚薄不匀的现象。施加淀粉浆液还可以使纸鲜白,因而也被用作奏本纸。[②] 值得注意的是,上述记载中提到了造纸用的纸药("药")。纸药是比淀粉浆液或糊剂效能更好的植物粘液,对于改善纸和纸浆的性能有重要作用,它的发明,是造纸技术史中的一项革新。宋应星《天工开物》(1637 年)"杀青"篇所记的"纸药水汁"一般被认为是关于纸药的较早的一条记载。此条记载出自成书于 1563 年的《嘉靖大理府志》,早于宋应星的记载,说明白族的造纸技术在当时是非常先进的。

白族的印刷技术当时也很先进。1956 年,云南少数民族社会历史调查组到大理白族自治州调查,在凤仪县董氏"金銮宝刹"大殿中发现两大橱古本经卷,其中包括元、明时期大理地区白族人民自己刻印的 280 多册佛经。其中明初的刻本,以《华严经》为最多,经内刻有"大理府僧纲司金相寺福春山住持雕版

① 文震亨:《长物志》,《剪刀》。

② 李晓岑:《谈白族古代造纸术》,《中国少数民族科技史研究》第五辑,197～199 页。

造”，“太和县镇远坊信士陈华严应妇人观音园男玄化顺天神寿婆罗义舍己家财刊经”等字样。在经册的卷末，多有明初造经者的墨书、题记或刊刻的“木刻牌子”，最早的年代是洪武二十五年（1392 年）。这些刻本佛经中的版画都是白族人民自己的创作，无论从构图、线条或刻制看，艺术水平都值得赞美。刻有洪武乙亥（1395 年）边款的一幅，其中人物衣饰，更完全是白族的风格。明代白族人民的雕版工艺较诸同时期的浙刻、闽刻是毫不逊色的。[①]　（冯立升）

第四节　医　药　学

在明代，藏、蒙、回、彝、壮等少数民族的医药学都有较大的发展，有许多突出成就。

明朝初期，西藏由帕竹第司王朝（1349～1436 年）统治。1372 年，帕竹王朝的第二代法王释迦坚赞受到明太祖朱元璋的册封。在此期间，帕竹王朝广泛设置封建庄园，推动了生产力的发展，促进了西藏地区经济文化的繁荣。藏医药学也获得了迅速发展，学术思想空前活跃，并逐步形成了南、北两大学派。

北方学派的创始人是出生于昂仁地方的名医强巴·南杰桑（1394～1475 年）。这一学派还包括米尼马·通瓦顿旦、昏弟·都子吉美、南杰多杰等不同时期的著名医药学家。他们主要总结了北方高原地区多风寒的临床经验。在用药上，擅长温热药，方剂药味较多；精于艾灸、放血等操作技术；对高原病和风寒湿痹病的治疗经验丰富。[②] 北方学派的主要著作有《药方秘要·南杰

① 周泳先：《风仪县北汤天南诏大理国以来古本经卷整理记》，《大理白族自治州历史文物调查资料》，17～19 页，云南人民出版社，1958。

② 王镭：《古代藏医学史略》（续完），载《中华医史杂志》第 11 卷，1981(1)，54～57 页。

问答录》、《精简八文药方》、解释《四部医典·后续本集》的专著《所需可得》、解释《四部医典·论述本集》的专著《甘露流水》等10余部。在医学教学方面，这一学派也总结出了不少经验，有所谓的"六边四法"教学法。[1] 此外，贡嘎瓦·却给多吉创立的藏医上部学派，其学术观点与北方学派基本相同，可视为藏医北方学派的支派。该学派师承萨迦王朝的昌狄学派，流行于萨迦及阿里地区。[2]

继北方藏医学派之后，苏卡·年姆尼多杰创立了南方学派。年姆尼多杰出生于塔勃拉索卡，医术高明。他的学派还有加尔布本、苏卡·罗米给布等不同时期的著名医生。针对南方河谷地区湿润的气候特点，南派长于使用清解类药物治疗温热性疾病；他们对药物的形态特征、生境、药物配伍、炮制、针灸穴位都有研究[3]；并绘有药物和人体等彩色挂图。这一学派的主要著作《答北方学派的嘎波切土》、《几个药物问答录》等20余部。其中《祖先口述》是苏卡·罗米给布为寻找宇妥萨玛的原著，到娘麦地区（今日喀则白纳县）亲自查访，找到新宇妥亲手翻阅的《四部医典》后，根据南方的气候、疾病等特点进行探讨，经过4年的努力编写而成的。这就是著名的最早的藏医木刻版《扎当居悉》（1573年）（扎当在今山南扎郎县）。[4] 苏卡·年姆尼多杰的第二代弟子恰布本钦·多吉帕郎是藏医下部学派的创始人，著有《恰布本钦医学史》。这一学派的特点与南方学派大致相同，是南派的一个

① 罗达尚：《藏药学发展简史》，载《药学通报》，1985(8)，486～490页。

② 王镭：《古代藏医学史略》（续完），载《中华医史杂志》第11卷，1981(1)，54～57页。

③ 张兴乾、张辉煊：《藏医药的发展概况》，载《中华医史杂志》第17卷，1987(4)，221～224页。

④ 强巴赤烈：《藏医藏药学的形成与发展简述》，载《中华医史杂志》第17卷，1987(2)，126～129页。

支派。①

藏医南北两大学派及其支派虽各有专著，用药方法、治疗方法、学术风格也不相同，但均以《四部医典》为主要经典。各自在阐述对《四部医典》的不同见解时，推动了藏医药学向纵深发展。

明代是蒙医学发展的重要时期。这一时期蒙、藏、汉各族人民的联系不断加强。藏医学、汉医学都在蒙古地区得到了传播。14 世纪，著名翻译家希布拉僧格将印度的经典《金光经》从维、藏两种文字译成蒙文，其中有古印度哲学“四大元素说”和生命吠陀医学“气、胆、痰”理论的内容，蒙医学曾受其哲学思想的影响。② 16 世纪下半叶，随着黄教在蒙古地区的广泛传播，藏医学也传入了蒙古地区。过去医疗知识多半掌握在萨满手中，早期在蒙古地区传教的喇嘛多以医者的身份出现，他们为人治病，逐渐取代了萨满。如阿拉坦汗在 76 岁高龄时病重，大臣们议论纷纷，说喇嘛治愈不了大汗的病，还有什么用，应当驱逐。后来一位喇嘛从鼻中给大汗喷药，使大汗的病痊愈。从此相信喇嘛教的人多了起来。《甘珠尔》和《丹珠尔》也译成了蒙文③，其中的医药学内容必定会对蒙医学产生影响。此外，咱雅班弟达还将藏医经典著作《四部医典》译成托忒文。④蒙古王公贵族皈依喇嘛教后，建立了许多寺院，一些大寺院中设有医学部，传授藏医、藏药学。

明代蒙古地区的各封建主经常从明政府求取医药。如明初阿鲁台遣回回哈费思到明朝廷朝贡，并要求给予医药，明成祖令太医院与之。又如索来因其知院苦塞患病，要求明政府派医调

---

① 王镭：《古代藏医学史略》（续完），载《中华医史杂志》第 11 卷，1981(1)，54～57 页。

② ④ 蒙古族简史编写组：《蒙古族简史》，194 页。

③ 萨囊彻辰著，道润梯步译校：《蒙古源流》卷 7，397～398、441、434 页，内蒙古人民出版社，1981。

治，明宪宗命太医院医士前去治疗。据《夷俗记》载："（蒙古）近款贡以来，（明朝）每赐之医药。"明代北方一带的汉人向蒙古地区迁徙，这些人也带去了不少的汉族医药知识，如白莲教徒的"周元治扁仓术"[①]，蒙古人患痘疮亦"调护则付之汉人"。[②] 内地与蒙古地区的互市也有药材交流。在这些活动中蒙古族也吸收了一些汉族的医学知识。

蒙古族传统医学在明代也有发展。由于明与蒙古部落的战争不断，传统的蒙古族按摩术和正骨术有较大发展。据《蒙古黄金史纲》载："达延可汗身患痞积，特穆尔哈达克之妻为此用九匹初产驼羔的母驼之乳医治，磨穿了三只银碗，治疗结果，萍藻般的七块疮疤脱落了，方告痊愈。"[③] 用乳汁医病是蒙古族特有的医疗方法，而"磨穿了三只银碗"显然是指用银碗进行按摩治疗。16 世纪末、17 世纪初，著名的蒙古族医生墨尔根·绰尔济，对治疗骨伤有传统的独特秘诀。墨尔根在天命年间（1616～1626 年）归附后金，是后金军中的神医。据记载，他"精岐黄之术"，有较高的医学水平。对于关节僵直，他经常采用类似现代推拿的治疗方法。一次，在与明军的战斗中，白旗先锋鄂硕（？～1656 年）被流矢打伤，正在奄奄一息之际，墨尔根赶到了，立即替他拔掉镞矢，敷上药，很快转危为安，恢复了健康。另一次，"都统武拜身披三十余矢，昏厥，绰尔济令剖白驼腹，置武拜其中，遂苏"。[④] 对于"患臂屈不伸者"，他的办法是"令先以热镬熏蒸，然后斧椎其骨，揉之有声，即愈"。[⑤]这是先用热敷使肌肉和骨骼松弛，然后再施

① 巴·吉格木德：《蒙医史初探》，载《中华医史杂志》第 11 卷，1981(4)，244～248 页。
② 萧大亨：《夷俗记·禁忌》。
③ 朱风、贾敬颜：《汉译蒙古黄金史纲》，83 页，内蒙古人民出版社，1985。
④⑤ 《清史稿》卷 502，《绰尔济》。

以外力矫正畸形。通过外力矫形仍是现在骨科治疗中常用的方法。由于墨尔根医技精湛，颇得人们的好评，当时人们称他为“神医华佗”。用华佗的名字做比喻，可说是我国历史上对外科医生的最高称誉。

这一时期，随着蒙古族的进一步封建化，蒙古族的某些卫生习俗也发生了改变。1640年《蒙古——卫拉特法典》明确规定女子的婚龄须在14岁以上，孕妇也受到法律的保护，如果“造成堕胎之因者科以同胎儿月数相等的罚九（牲畜）之刑。”例如造成四月胎儿堕胎者，罚以四九牲畜。这些法律显然有利于妇女儿童的身心健康。孕妇分娩时，由接生婆接生，以箭断婴儿脐带，无论产男产女，俱悬红布腰刀于门上。用皮或毡包裹初生婴儿，过三日为婴儿洗浴，洗完后仍用皮或毡包裹。①

在黄教传入蒙古地区前，死人一般实行土葬。贵族、领主死后，以棺木装殓，并将其生平衣服甲胄，其所爱的仆、妾、良马殉葬。平民死后，也将其平素衣物同葬。自黄教传入后，俺答汗首先废除了人畜殉葬制度，喇嘛们教以火葬之法②，这是埋葬制度的一大进步。

本世纪30至40年代，由于民族学家的努力，发现了用古彝文书写的医药著作《献药经》，其中最早的有明嘉靖十四年（1535年）的抄本。1979年5月，在云南省楚雄彝族自治州又发现了成书于明代的彝文医药书《明代彝医书》，因发现于双柏县，也称《双柏彝医书》。通过这两部著作可见明代彝族医学之一斑。

《献药经》是彝族经文《作祭经》中的一种，是有关人的生老病死的一部分，是专门用于彝族成人死亡时诵念的一种古典经

---

① 萧大亨：《夷俗记·生育》。
② 王辅仁等：《蒙藏民族关系史略》，93页，中国社会科学出版社，1985。

文。《献药经》全书共分48小节，约万余字，主要在祭仪中的“药祭”仪式时由毕摩（巫师）诵读。它从死者的父母结合、胎儿发育、幼儿成人，一直叙述到年老病故，其间还穿插着许多医学思想、疾病名称、药物采集、加工、炮制、煎煮、配合以及大量动植物药的功效等资料。[1]

《献药经》中共记载了39种动物和64种动物药，还将动物药分成两大类：胆和肉。但同一种动物的胆和肉的功效是相同的，如鹰胆和鹰肉均治目眩；蟒胆和蟒肉治疟疾；虎胆和虎肉治恶痢；狮胆和狮肉治身酸痛；大蛇胆和大蛇肉治癞疮身痒；青猴胆和青猴肉可使翻身灵便。还指出个别的胆和肉的功效不尽相同，如耕牛胆治久病呻吟，而耕牛肉治瘦病冷病；有些动物的肉入了药而胆却没有入药，如野猪、公牛等。其中有些药物，如猴胆、麂胆等在古代汉族的本草中没有记载，这是十分可贵的。从以上记叙可知，彝族人民对动物药已有了初步的认识，尽管这种认识还比较原始。如胆和肉的化学成分不同，疗效亦不应相同，《献药经》所载疗效大多相同，显然不够科学。

《献药经》还记载了一些植物药，如草果、红果、生姜、胡椒、老母猪赶伴草、橄榄、万年青等。在药物的加工方面有臼、石磨、铜锅、铁勺等加工器械；有舂捣、研磨、煎煮、调和、浓缩等加工方法。

从《献药经》所记载的疾病种类可以看出，当时彝族地区流行病和多发病的情况。如癞、疮、疟疾、恶痢、跌打损伤、晕船、麻风、风湿、哮喘、头晕、腹泻、伤风等疾病较常见。这是研究古代疾病流行情况的珍贵史料。《献药经》关于胎儿在母体中的发育过程也有生动的描述，已经认识到胎儿在3～4个月时开始四肢的

[1] 李耕冬、贺廷超：《彝族医药史》，123～125页，四川人民出版社，1990。

分化，7～8 个月与母体有了某种联系，9 月分娩。

《明代彝医书》是彝族的“纳苏文”，全书近 5000 字，详细记载了多种疾病的治疗药物和使用方法。书中第一段说明现在的这个抄本(1916 年)是根据明嘉靖四十五年(1566 年)的写本，并明确指出“此书是一部医药书”。①

该书载有 54 个病种，内科如抽风痉挛、抽老母猪风、发猫儿风、肝病肤黄、冷寒腹痛、心口痛、骨节关节痛、肋巴骨痛、头痛、热结大肠大便不通、大便出血、小便不通、吃肉隔食、噎嗝、腹泻、冷食呕吐、积食、脖子嗯、打摆子、间日疟；儿科如疹块、水痘、抽风、蛔虫等；产科如恶露不绝、难产、产后流血不止、红崩白带、乳上生疮等；皮肤科如杨梅疮、羊胡子疮、癞痢头、小痘疮、独疮、溃烂、流黄水、风疹、斑疹等；五官科如耳内生疮、耳内疼痛、体虚耳鸣、暴发火眼、舌疮、鼻腔溃烂等；骨伤科有枪伤、刀斧砍伤、脚手敲断伤、皮肤戳伤、蛇咬伤；中毒症如草乌中毒、吃菌子中毒、酒醉中毒等。

《明代彝医书》所载药物较以前大为丰富，并且以当时当地彝族人民易于找到的药物为主，往往一病数方、一方数药，具有较强的民族特点。该书所载动物药近百种，按动物的胆、油、骨、血、肝、肺、肉、肾、鞭等分类，还有不少虫类药物。明代以前，彝族对植物药的记载非常零散，而该书则收载了大量的植物药，并对植物的根、茎、叶、花、果、皮、全草均有利用。如根及根茎类药物有 66 种，其中有些药物的用法用途与汉医有着明显的区别，如汉医把鸡矢藤一般治胃病、鸡嗉子根作补药，而彝医却用以配方治疮症。叶类药物 17 种，皮类药物 12 种，果、籽类药物 19 种，全草类 34 种，茎木类 6 种，此外还有木耳、茯苓等菌类药物数种，

① 于乃义、李幼昌：《彝文医书》，载《民族文化》，1980(2)，36～37 页。

酒、醋、腌蛋等酿制品也被列入了药物。

总之，《明代彝医书》汇集了彝族的医疗经验，较客观、准确地反映了明代彝族民间传统的医药知识。

在明代，彝族与汉族的经济文化交往日渐密切，在医学方面的交流也较前代更加普遍。从《献药经》即可看出汉医学和彝医学的相互影响，如"伤风病"彝族人称为"汉人病"，认为"血邪"、"癞邪"都是从汉地传来的疾病。药物方面，经文说"胡椒汉地来，生姜汉地来"。而汉族的本草学中也吸收了不少彝族地区的医药知识，最为突出的是明代本草学家兰茂（1397～1496年）的《滇南本草》中收载了倮㑩云香草、老鹳草、鹅掌金星草、韭叶芸香草、救军粮、橄榄、甘蔗等彝族民间常用的药物。

壮族医药学在明代也有较大发展，由于明代海外交通发达，在某种程度上导致了疾病的传播。所以明代壮医对传染病有了一定的认识，治疗水平也有提高，如用玉叶金花治疗天花，用水银、轻粉、土茯苓治梅毒。对跌打损伤和疮疡的治疗方法日益完善，疗效很高。自古以来的常见病和多发病壮医的治疗水平也有很大提高。如治疗瘴气中毒在宋代就有疗效较好的方法，明代则进一步完善。明邝露记述较详：中瘴后"郁闷虚烦，下体凝冷，吐之不可，下之不可"，此称为"热瘴"，"用药最难"，如用大柴胡汤及麻黄金沸、草散青龙汤，"如胶柱鼓瑟，鲜不败矣"。最好的办法是："温中固下，升降阴阳"与"灸中脘、气海三里，或灸大指及第五指"。邝露曾试验过这种方法，"止热立验"。对于中瘴后失语，当地人称为"中草子"。这种病"移时血凝立死"。治疗方法是用针刺头颅及上唇，"仍以楮叶擦舌，令出血，徐以药解其内热，应手立效"。[1] 壮族民间对于动物药的应用情况，在明代的不少文

[1] 邝露：《赤雅》卷下，《瘴瘴》。

献中有记载。如《君子堂日询手镜》中说，横州(今广西横县)山中产蚺蛇，大的有十余丈，“土人捕法，采葛藤塞蛇穴，徐入以杖，蛇嗅之即靡，乃发蛇出，系于葛绳，脔而烹之，极腴。售其胆，获价甚厚”。而蛇的脂肪“着人骨辄软，又能萎阳，终身不举……本草诸书，皆所未载，余甚异之”。蚺蛇浑身是宝，据《赤雅》“蚺无弃物”载：“蚺蛇三胆：一附于肝者，止痛；一水胆，白浆止泻；一胆随身……名护身胆，最佳贶，辟邪杀鬼，佩之吉祥。肉辟风寒。”看来蛇的胆、脂、肉均是壮族人民的好药材。鲭鱼也是广西少数民族常用的药物，“其胆治目，功比空青”，“鱼大胆小者上上，鱼大胆大者上中，鱼小胆大者中下矣。”如果捕到这种鱼，必须到县府“亲剖官税其胆，始敢出市，私开者杖”。由此可见，鲭鱼胆在当时是一种十分贵重的药材。因而也就有不少冒牌货，市场出售的多数是用鲩胆灌以黄藤膏伪造的。黄藤也有行血去翳的功能，故而鱼目混珠，很难辨认清楚。① 广西横州还盛产蛤蚧，其形状与蜥蜴类似，捕获后“以搞熟草细缠定，锅中蒸过，爆干，炼为房中之物，甚取效”。②汉医一般用蛤蚧作止咳定喘药。蜗牛脍被广西土人用作解毒药，《赤雅》云：“山中有蜗壳，可容升者，以米水去涎，竹刀脍之，角大如指，甘脆，去积解毒。”有一种称之为无头鲊的动物，“其形如蚕蛹，无头蝡动，僚人③得之为鲊，食之令人不寒”。这是一种防寒食品。用象的精液作药膏④ 也是广西少数民族的独特方法。壮族人民制造解毒药的方法多种多样，对解毒药的认识也很丰富。土人“射鸩捕蛇，以合百草，练时日作毒矢，

① 王修：《君子堂日询手镜》。

② 邝露：《赤雅》卷下，《鲭鱼》。

③ “僚”是古代对西南一些少数民族的泛称，明代广西境内的“僚”已改为僮(即壮族)，“僚”的族称在明代文献中已很少出现，此处大概是指僮。

④ 邝露：《赤雅》卷下，《象交》，卷上，《毒矢》，卷下，《杬药矢》。

仰射飞走，透肌及骨，百不失一”。[1] 壮族人还将一些有毒植物炼制成毒矢，如“杭药毒草，鸟不敢栖其上，形如独窠蒜，生深山中，就其处采煎，忌鸡犬声，用蘸弩矢试之，法以针刺臂血，仍有拇指紧按，刺孔令人蘸，粟许赶血，血缩倒回者方可用。不先按其刺孔，血缩入肉，其人立死”。[2] 毒矢除了狩猎用之外，部落间的战斗中也时有使用，因而壮族人民也必定了解许多解毒的方法。蛊毒是壮族妇女用百虫畜养的一种毒药，中毒后缓慢地死去。[3] 其解毒的方法亦有多种。此处列举《赤雅》的作者在广西客居多年后收集的一个验方：“以三七末荸荠为丸，又用白矾及细茶分为末，每服五钱，泉水调下，得吐则止。”还有一个更古老的方子，功效较为缓慢：“取白蘘荷服其汁，并卧其根所。”[4]

明代在土司制度下官方就已设有医药机构。如“庆远府……医学在税课后，成化元年（1465 年）知府周一清重建”，“天河县……医学在县治南”，“思恩县……医学在县治左”、“武缘县……医学在县治南”、“南宁府，医学在府治西”，等等。[5] 据不完全统计，明代嘉靖十年（1531 年），广西有 40 多个州府县土司设有医学署。[6] 而医学署的医官“本为土人”。这说明当地医生或少数民族医生对当时广西人民的医疗保健起着重要作用。

明代壮医学与汉医学的交流大大加强，当时壮族民间就笃信阴阳，《赤雅》记载了当地少数民族不乏有学问之士，“有摛文而宗淮南者，有称诗而薄少陵者，有黜元白而诮长吉者，有谈古今而凿凿者”。这些少数民族既然对汉文化如此精通，那么对汉

①② 邝露：《赤雅》卷下，《象交》，卷上，《毒矢》，卷下，《杭药矢》。
③④ 邝露：《赤雅》卷上，《僮妇畜蛊》，《夭嫄破蛊》。
⑤ 《广西通志》卷 23。
⑥ 黄汉儒、黄冬玲：《土司制度下的广西民族医药》，载《中国少数民族科技史研究》第四辑，166～171 页。

医学也必定有所了解。李时珍的《本草纲目》也收录了许多岭南地区的特产药。

由于海外交通的发展，明代广西地区引进和种植了烟草、地菠萝等植物，为丰富我国人民的生活作出了贡献。

在明代的史籍中，关于瑶、苗、黎等西南少数民族的医疗活动也有记载，虽然史料并不丰富，但仍可以从中窥见这些民族的医疗发展状况。明包汝楫《南中纪闻》载："瑶人，善识草药，取以疗人疾，辄效。"该书还记载了湖北少数民族畜养白蜡虫的方法，以及苗族人治疗重刑后肌骨严重损伤的奇效。对贵州少数民族炮制九香虫的方法也有详细描述："黔中出九香虫，生涧水中，春夏游出水面者不可用。秋冬潜伏涯石下，土人掀石得虫，辄以售人，服之宜子，不但房术之需也。服法：用十四枚，将七枚微火炒去壳去翅及足，七枚去壳翅足生用，每服一生一熟，作一次嚼食，白汤下，日服二次或三次，用完十四枚而止。"王士性《黔志》曰："贵州土产，则水银、辰砂、雄黄、人工所成……雄黄一颗重十余两者，佩之宜男，土官中有为盘为屏以镇宅舍者，砂生有底，如白玉台。"这里的土官是指苗族首领。明顾岕的《海槎余录》记载了海南岛黎族人民用蚺蛇胆治疗外科疮肿等疾病，用石蟹"明目"，阳桃"解酒"等医疗经验。《西南夷风土记》还记有云南少数民族以阿魏入药的经验。这表明在明代，西南地区的少数民族都有自己传统的医疗方法。

明代回回医药学在我国仍有一定的影响。洪武元年(1368年)至永乐元年(1403年)成书的《回回药方》[1] 是一部以阿拉伯医学为主体，吸收新疆维吾尔等民族的医药学以及汉医药学的

[1] 高晓山：《〈回回药方〉考略》，载《中华医史杂志》第17卷，1987(2)，65～67页。

药物学著作。现存残本4卷，藏于北京图书馆，全书为36卷。内容涉及内科、妇科、儿科、外科、正骨、针灸和药剂等各个学科。书中收载的牡丹皮、巴豆、白薇、当归、陈皮、白茯苓、黄连等均为中国特产药物，尤其是其中的鹤顶丹方与同时成书的《普济方》所载几乎同出一源，说明该书的作者是一位熟知中医药的穆斯林，也可能就是深知阿拉伯医学的中国穆斯林，如回族或维吾尔族等。明代回回香料颇受中国老百姓欢迎，马愈《马氏日抄》饶有兴味地记叙了几种回回香料，"回回茶饭中自用西域香料，与中国不同，其拌俎醢用马思答吉，形类地榭，极香，考性味苦香无毒，去邪恶气，温中利膈，顺气止痛，生津解渴，令人口香。又有咱夫兰，状如红花，味甘平无毒，主心抑郁，积气闷不散，令人久食心喜"。此外还有合昔泥、稳展、回回豆等几种香料，均有除邪解毒之功效。回族航海家郑和七次下西洋，不仅把许多中国药物带到海外，还带回了不少阿拉伯的药物，其中香药、胡椒、苏木更是大宗货物。丰富了我国人民的物质生活，促进了中外医学文化的交流。《马氏日抄》还记载了一些维吾尔族的药物："西域回纥部……产药十余种，皆中国所无，疗疾甚效。曰阿只儿，状如苦参，治马鼠疮、妇人损胎及打扑内伤，用豆许咽之自消。曰阿息儿，状如地骨皮，治妇人产后衣不下，又治金疮脓不出，嚼碎傅疮上即出。曰奴哥撒儿，形似桔梗，治金疮及肠与筋断者，嚼碎傅之续上。回纥有虫如珠毒，中人则烦渴，饮水立死，唯过醉蒲萄酒，吐则解。"[1] 这条记载虽然简略，但也可推知明代维吾尔人民对于妇科、疮疡、跌打损伤、中毒等疾病的治疗经验很丰富，已经引起了中原人民的注意。《本草纲目》亦收载了西域土产药物数十种，这都说明维吾尔族医学与汉族医学的交流在明代十分广泛。　（牛亚华）

---

1. 马愈：《马氏日抄》，《番药》。

第二章　满族的兴起与科学技术

本章主要讲述作为全国的统治者——清代满族帝王对科学技术的政策、科研项目的制定，以及康熙帝本人的科研工作，并且只到乾隆前期。

第一节　康熙帝的科学研究

满族是从女真族演变而来。宋元时代迁入中原的女真人已与汉族同化，还有一部分居住东北北部，直到海滨和库页岛。明朝政府封他们各部首领为当地官员。后来，女真各部南迁，建州女真部迁到今抚顺到长白山一带。该部的首领努尔哈赤(1559～1629 年)于 16 世纪末期统一了分散的各部，建立了具有军事、政治和生产三重性质的八旗制度。同时还根据蒙文字母创制了满文。1616 年，努尔哈赤建立了奴隶制性质的“金国”(史称后金)。1635 年，皇太极(1592～1643 年)废除女真旧称，定族名为满州。第二年即帝位，定国号为“大清”，首都在盛京(即沈阳市)。满族逐渐强大，在统一了整个东北的基础上，清军于 1644 年入关，统一全国，6 岁的福临(1639～1661 年)在北京做了入关后的第一代大清皇帝，年号顺治。直到 1911 年，清朝灭亡为止，共有 10 个帝王，统治了 267 年。

由于建立了全国政权，满族也大量内迁，许多人到全国各地做官。满族接受了汉族的先进文化，社会也就自然地转变为封建社会。

在科学文化方面，对于刚进关的满族统治者来说有几个问题摆在了面前，主要的是对汉族的传统和明末从西方传到中国

来的科学技术持何种态度。清朝廷一开始还未来得及仔细考虑，便采纳了德国传教士汤若望(Jean Adam Schall Von Bell，1592～1666 年)的建议废除明代《大统历》，于 1645 年起改用以西洋新法编订的《时宪历》。这种历法优于中国传统历法，是中国历法的一大改革。同时，汤若望把明末编译的《崇祯历书》略加改编，加进少许新译著作，更名为《西洋新法算书》100 卷，重刊行世。

顺治帝幼年登极，当时各地抵抗满族的活动还很厉害，满族上层统治集团的主要精力都用在平定汉族反抗、巩固自己的统治地位上。各方面的建树只能是初步的。就在这个时候，顺治帝于顺治十八年(1661 年)年仅 23 岁就死了。遗下的幼子当时只有 8 岁，便在辅政大臣的照料下即位，这就是中国历史上有名的康熙皇帝。

康熙帝爱新觉罗・玄烨(1654～1722 年)作为一代封建帝王，励精图治，对治理国家方面，对维护国家主权方面等都有重大贡献。他还是一位热心于科学事业的统治者，本人进行了大量科学研究，提出了许多很好的见解，也取得了一些成就，成为中国历史上最有学问的帝王，一位少数民族科学家。本节主要讲述康熙帝本人的科学研究，他所主持的科研项目放在下一节。

康熙帝为什么对科学发生兴趣，从而进行科学研究呢?可以说是通过血的教训换来的。

早在顺治末年就开始了新旧历法之争。顺治十七年(1660年)，杨光先(1597～1669 年)给礼部上《正国体呈》，指责《时宪历》封面上有"依西洋新法"字样，是汤若望"窃正朔之权予西洋"。礼部便把《时宪历》上写的"依西洋新法"五字改为"礼部奏准"四字，事情暂平。1661 年初福临死，年仅 8 虚岁的玄烨继位，第二年改年号为康熙。杨光先等趁康熙帝年幼，才登极不久，便

又旧事重提,向礼部上《请诛邪教状》,控告汤若望"谋反"、"布党京省要害之处"。康熙四年(1665年)三月杨光先又进《摘谬论》,言汤若望新法有十谬。结果未经对西法进行科学测验,便拟将汤若望和另外7名传教士杜如预、杨宏宪、李祖白、宋可成、宋发、朱光显、刘有泰凌迟处死,又有5名斩立决,后马上又下令汤若望、杜如预和杨宏宪免死,把李祖白等5人处斩,其余的被流放,不久又赦免。[①] 这样,钦天监就无人管事了。于是强令杨光先任监正。由于杨光先根本不懂天文,既不懂中国传统的,更不懂西方的,无法担任监正重任,经多次推辞不准,一直到九月,命其"不得渎辞"。[②] 这项任命是完全错误的。杨光先是一个抱残守缺、愚昧无知的士大夫,其一系列排斥西洋新法活动的目的是"宁可使中夏无好历法,不可使中夏有西洋人"。[③]他上任后立即废除《时宪历》,重新使用《大统历》,又起用回回科的吴明烜为监副,改用《回回历》。

事实是无情的,到康熙七年(1668年),不得不再用西洋人治理历法。这次事件未受到牵连的比利时教士南怀仁(Ferdinand Verbiest,1623~1688)(因其进京较晚,1664年到北京)首先被起用,但只以"治理历法"名义工作,而无职衔。这年十二月南怀仁指出吴明烜推算历日种种错误。这时康熙帝已经15岁,并于前一年亲政,他没有立即决断孰是孰非,而是让西洋人同钦天监官员辩论,并进行实测。康熙八年(1669年)初,命大臣二十员赴观象台测验,结果南怀仁所说"逐款皆符",而吴明烜所言"逐款皆错"。在事实面前,康熙帝看到西法有优越性,于是下令恢复《时宪历》,罢免杨光先的职务,三月"授西洋人南怀仁为钦

① 《东华录·康熙五》。
②③ 杨光先:《不得已》。

天监监副"。[1] 康熙帝给汤若望(是时已于3年前死于狱中)等所有受到刑罚的西洋人平反,恢复名誉。

通过这件事,使年轻的康熙帝体会到:没有知识不行。后来他追述说:"尔等惟知朕算术之精,却不知我学算之故。朕幼时,钦天监汉官与西洋人不睦,互相参劾,几至大辟。杨光先、汤若望于午门外九卿前,当面赌测日影,奈九卿中无一知其法者。朕思己不知焉能断人之是非?因自愤而学焉。今凡入算之法,累辑成书,条分缕析,后之学此者,视此甚易,谁知朕当日苦心研究之难也?"[2] 后来大约是由于当时政治上的大量事务需要处理,他还顾不上埋头学习。过了将近20年,到康熙二十七年(1688年),玄烨开始学习各种科学知识。

康熙帝玄烨的学习是由一些法国传教士讲授的。当时法皇路易十四(Louis XIV,1638~1715年)采取积极的对华传教方针,于1685年特派塔沙尔(Guy Tachard)、洪若翰(Jean de Fontaney,1643~1710年)、白晋(Joachim Bouvet,1656~1730年)、李明(Louis Daniel de Comte,1655~1728年)、张诚(Jean~Francois Gerbillon,1654~1707年)和刘应(Claude de Visdelou,1656~1737年)来华,其中塔沙尔于中途留在暹罗(今泰国),其余人都到了中国,于1688年进入北京。这些人都通数学等自然科学。在这之前还有一位比利时教士安多(Antoine Thomas,1644~1709年)已先于1685年到北京,并且入宫给康熙帝讲授实用算术、几何和仪器用法。[3] 法国这批教士,特别是白晋、张诚由已在华的葡萄牙传教士徐日升(Thomas Pereira,

---

① 《东华录·康熙九》。

② 章梫:《康熙政要》卷18,引《庭训格言》。

③ 李俨:《明清之际西算输入中国年表》,《中算史论丛》第三集,57~58页,科学出版社,1955

1645～1708年)的引见"以善算供奉内廷",从1688年起他们"逐日入宫,将《几何原本》、应用几何,及西方哲学,译成满文,用以授帝。"①

康熙帝学习非常勤奋,学习的内容也很广泛,包括测量、天文、几何、炮术,等等。白晋在向法皇路易十四所做的汇报中对康熙帝的勤奋学习有生动的描述,他说:

"康熙皇帝传旨,每天早上由上驷院备马接我们进宫,傍晚送我们返回寓所。还指派两位擅长满语和汉语的内庭官员协助我们准备进讲的文稿,并令书法家把草稿誊写清楚。皇上旨谕我们每天进宫口授文稿内容。皇上认真听讲,反复练习,亲手绘图,对不懂的地方立刻提出问题,就这样整整几个小时和我们在一起学习。然后把文稿留在身边,在内室里反复阅读。同时,皇上还经常练习运算和仪器的用法,复习欧几里德的主要定律,并努力记住其推理过程。这样学习了五六个月,康熙皇帝精通了几何学原理,取得了很大进步,以至于一看到某个定律的几何图形,就能立即想到这个定律及其证明。有一天皇上说,他打算把这些定律从头至尾阅读十二遍以上。""除上述课程外,康熙皇帝还掌握了比例规的全部操作法、主要教学仪器的用法和几种几何学和算术的应用法。"②

白晋还讲到徐日升和另一葡萄牙教士休利斯(Joseph Suarez,1656～1736年)帮助康熙帝学习观测仪器操作法和康熙帝使用仪器的情形:

"皇上为了练习观测仪器的操作方法,除了原来我们献

① 李俨:《明清之际西算输入中国年表》,《中算史论丛》第三集,57～58页。

② 白晋著、赵晨译:《康熙皇帝》,34页。

上的以外,还谕令制作了几种其他仪器。皇上旨谕徐日升和休瓦雷[①]两位神甫承担这项任务。这两位神甫尽心竭力,遵旨而行,皇上颇为满意。当时我们身边还有一些皇上需要的仪器,只好把它们全都奉献给皇上。其中有一件是大半圆仪,它和照准仪一样漂亮。这是一种用于天文观测的仪器,是梅思公爵[②]惠赐给我们的。皇上不仅在御花园中经常使用,而且在巡幸时也常常让内庭官员背着,带到自己所去的地方……皇上使用这些仪器,有时测量某座山的高度,有时测量某个显眼地方的距离。这些测量都是在朝臣们面前进行的。"[③]

康熙帝还学习了西方的解剖学和化学实验。白晋写道:"自古以来,中国就有许多名医,尽管如此,现在人们对解剖学只有一些模糊的认识。因此,首先必须起草详尽的解剖学讲稿,进讲整个人体的结构及其各个组成部分的一般知识。而皇上明确了各部分相互间的关系以后,一定希望进一步了解它们协同动作的生理机能。我们把在本世纪最珍贵、最有价值的有关这门科学的发现全都写进解剖学讲稿里,并写了著名的倍尔尼和王室学者学会其他会员的发现……"[④] 倍尔尼(Joseph du Verney,1648～1730年)是法国著名解剖学家,科学院院士,在血液循环等方面取得了很大成就。可见康熙帝所学习的是西方最新科学成果。他还命宫廷画师绘画人体解剖图。[⑤]

康熙帝虽然没有亲自动手做过化学实验,但是为了试制药品,便命白晋等建立化学实验室,还经常去观察。白晋记:

---

① 休瓦雷即休利斯之另一译法。

② 梅思公爵(Due. du Maine,1670～1736年),路易十四的儿子。

③《康熙皇帝》,36页。

④⑤《康熙皇帝》,40页。

"为此，我们开始阅读王室实验室长官希雅拉的制药法。并在宫内皇上指定的房间，设置了类似实验室的设备。其中有各种形状的炉灶，适于化学实验用的各种器皿、用具之类的物品。皇上毫不吝惜，要用白银制造这些实验用具。我们领导了这项工作，在这三个月里，指导中国人制成了干燥剂、糖浆制剂、浸膏等几种试剂。皇上时常驾临实验室观察制药作业。这项工作一结束，皇上就满意地指谕把这些试剂，全都留作御用药品。"①

康熙帝服用过教士们带来的奎宁，治愈了虐疾。他在宫内指定作为实验室的房间，很可能在武英殿内。据姚元之（1776～1852年）的记载："武英殿有露房，即殿之东稍间，盖旧贮西洋药物及花露之所。"在甲戌（1814年）夏，"查检此房，瓶贮甚夥，皆丁香、豆蔻、肉桂油等类。油已成膏，匙匕取之不动。又有狗宝、鳖宝、蜘蛛宝、狮子宝、蛇牙、蛇眼等物。其蜘蛛宝黑如药丸，巨若小胡桃，其蛛当不细矣。又有曰'得力雅噶'者，形如药膏。曰'噶中得'者，制成小花果，如普耳小茶膏……旧传西洋堂归武英殿管理，故所存多西洋之药"。② 这些药品显然是当年白晋等人实验用的遗物，已经过了100多年，绝大多数药物均已变质变形。

康熙帝就这样刻苦钻研，对学习"他从不感到苦恼，并颇有感触地追述，他从少年时代起，就以坚韧不拔的毅力，专心致志地学习规定的一切知识"。他学习数学"已感到最大的乐趣"，"他特别厌烦委靡不振的、无所事事的生活，所以即使工作到深夜，次日晨也一定起得很早……""康熙皇帝为了独立解决与我们以前讲过的相类似的问题，曾经做出何等努力，实在令人钦佩之

① 《康熙皇帝》，41～42页。
② 姚元之：《竹叶亭杂记》卷1。

至”。[1]

康熙帝通过艰苦的学习，终于成为一位学识渊博的帝王，在科学上提出了不少独到见解，取得了一定成就。《康熙几暇格物编》就是他的学术论文集。他在世时，就进行整理，死后被收入《康熙御制文》(大型文集)中，清末有石印盛昱录本和《通学斋从书》本等3种独立于《康熙御制文》的本子。全书共收入96条短篇文字，只有9条与科技无关，占全书9.7%。[2]书中包括地理与矿物、动植物、天文、物理、古生物等广泛的科技内容。以下以本书为主，并参考其他文献讲述康熙帝的科技工作。

对地学的研究。康熙帝自己曾说："朕于地理从幼留心"[3]，他除了组织科学家或其他人进行研究外，还对地学方面提出了许多有价值的见解。他对一些特殊地形地貌有很好的认识，根据在新疆和内蒙古等地观察到的"白龙堆"现象有很好的描述，认为"白龙堆"就是古代的沙碛，"长者数十丈，短者亦三四丈，形蜿蜒如龙，非可以高卑论也"，形状也不固定，"今日隆然而起者，明日已为平沙"，但是"或左或右之间，又隐隐聚成龙形"。[4]他对于"窝集"这种特殊地貌的地理分布、成因、特点和某些动植物及药材资源讲述得相当精采："窝集，东至乌喇黑龙江一带，西至俄罗斯，或宽或窄，丛林密树，鳞次栉比，阳景罕曜。如松柏及各种大树，皆以类相从，不杂他木。林中落叶常积数尺许，泉水雨水至此皆不能流。尽为泥淖，人行甚难。其地有熊及野豕、貂、鼠、黑白灰鼠等物，皆资松子、橡栗以为食。又产人参及各种药料，人多有

---

[1] 《康熙皇帝》，35页。

[2] 李迪：《康熙几暇格物编译注》，2页，上海古籍出版社，1993。

[3] 余金：《熙朝新语》卷5。

[4] 《康熙几暇格物编》卷上，《白龙堆》。

不能辨识者，与南方湖南四川相类。"[1] 可见，窝集就是一种原始森林由落叶堆积而成的地貌，具有很强的蓄水能力。在清代，东北的一些地方便以窝集命名，称为"××窝集"。

康熙帝对长白山和泰山的关系有深刻的认识。他认为长白山绵亘于乌喇(吉林)之南，其中的一支至盛京界，入兴京门，蜿蜒而南，进入辽东半岛，至金州旅顺口之铁山。由此入海，时伏时现，皇成、砣矶诸岛都是山脉露出水面的部分。在山东半岛北部"登陆"，经过登州的福山、丹崖山，"西南行八百余里，结而为泰山"。[2] 这就把长白山与泰山连成了一串，是一条隆起地带的两端。

对于潮汐和地震，康熙帝也有论述。他对潮汐现象做过不少观察，又进行过调查，注意到潮汐来去之时间不同，指出："朕每到海边，如山海[关]、天津、大江(长江)、钱塘[江]等处，每察(潮汐)来去之时，与本土人询问，大约皆不同，所以将各处令人记时刻，而亦不同。"他还发现"泉井皆有微潮，亦不准时候"。[3]

康熙帝对地震的论述甚为精彩，他以中国传统的气的观点，解释了地震的原因和余震等问题。特别是他指出了"深则震虽微，而所及者广；浅则震虽大，而所及者近。广者千里而遥，近者百十里而止。适当其始发处，甚至落瓦、倒垣、裂地、败宇。而方幅之内，递以近远而差。其发始于一处，旁及四隅……"[4]这就讲到了震源的深浅和所波及的地域大小有直接关系：震源深波及的地面大，反之波及的地面小。地震的破坏性以震中处为最烈，离震中越远影响越小。所说"在方幅之内，递以近远而差。其始

① 《康熙几暇格物编》卷上，《窝集》。
② 《康熙几暇格物编》卷上，《泰山山脉自长白山来》。
③ 《康熙几暇格物编》卷下，《潮汐》。
④ 《康熙几暇格物编》卷下，《地震》。

发于一处，旁及四隅”，多少有点震波的意思。

康熙帝利用到全国各地巡幸的机会，观察到不少已经出土的古生物化石。他记述了在喀尔沁地方所看到的鱼化石：该地有“青白色石，开发一片辄有鱼形，如涂雌黄，或三或四，鳞鳍首尾形体俱备。各长数寸，与今所谓马口鱼者无异。扬腮振鬣，犹作鼓浪游涌状。”[1]还记载了沙漠中有螺蚌壳以及在河中发现已化为石的木头。他说：“黑龙江乌喇等处，水极凉，河中尝有木化为石，形质与石无异，而木之纹之及虫蠹之迹仍宛然未泯。或有化石未全，犹存木之半者。”[2]这里所讲的是硅化木，并且明确提出化石概念。

康熙帝对结晶矿物也有记述，尤其值得注意的是，他提到一种提炼和鉴别矿泉水的方法：“朕每遇温泉，即以银碗盛水，隔汤用文火收炼，俟碗水干，观水脚所积，或为砦石，或为硫磺等，皆判然分晓……”[3]这就是用蒸发和沉淀的方法把泉水中的矿物提炼出来，并由此判断是何种矿物。方法虽系初等，但是科学的。

他和陈厚耀讨论过地球大小的问题。他注意到了各地的风向不一致，并“常立小旗占风，并令直者凡起风下雨之时一一奏报。见有京师是日西北风，而山东是日东南风者”。[4]这是气象网的萌芽。

对物理学的研究。康熙帝在物理学方面也有成果，1692 年他同大臣们在乾清门讨论“性理”时讲到“即河道闸口流水，亦可算昼夜所流分数。其法先量闸口阔狭，计一秒所流几何，积至一

① 《康熙几暇格物编》卷上，《石鱼》。
② 《康熙几暇格物编》卷上，《木化石》。
③ 《康熙几暇格物编》卷上，《熬水》。
④ 余金：《熙朝新语》卷 4。

昼夜，则所流多寡可以计矣”。[1] 设 $V_{秒}$ 为单位流量，则一昼夜的流量V为

$$V = 864.000V_{秒}$$

要能利用这个公式必须解决流速问题，同时还要解决计时问题。虽然在这里他未提到这两点，但是他是清楚知道的。

康熙帝还多次讲到了用声速测距离的问题，测法和步骤都说得相当正确：“朕以算法校之，雷声不过百里。其算法依黄钟准尺寸，定一秒之垂线，或长或短，或轻或重，皆有一定之加减。先试之铳炮之属，烟起即响，其声益远益迟。得准比例，而后算雷炮之远近即得矣。”[2] 这里包括三个步骤：第一步校准尺度；第二步用标准尺度校定单摆之周期，即一秒钟摆动往返各一次，为此要调整摆线的长短和摆锤的轻重；第三步是测定声速。得到了声速就可以测出雷炮之远近，因为雷和放炮往往都是光、声同源，而光速特大，在很短距离内可以认为光速为无限大。

对于一些光学现象，他也有自己的理解。例如对“蒙气差”现象，他认为是“盖日在地平之下，光映蒙气而浮上”，就像“置钱碗底，视若无，则盛水满时，则钱随水光而显见矣”。[3] 这是一种比喻，但是两者的原理基本上一致，都是光线由一种介质进入另一种介质而产生的折射。蒙气差则是由天体发来光线通过蒙气所产生的折射量的统称。他对“山市”现象的描述很生动：“海市见之于书，人皆知之；不知山峦之气亦然。塞外瀚海早行，春秋之际，空阔之处望之，亦有如人物旌旗者，有如树木丛生鸟兽飞舞者。远观景象无不刻肖，逼视之则不见。”[4]

---

① 余金：《熙朝新语》卷5。
② 《康熙几暇格物编》卷上，《雷声不过百里》。
③ 《康熙几暇格物编》卷上，《蒙气》。
④ 《康熙几暇格物编》卷上，《山气》。

康熙帝对指南针和地磁偏角的认识有一定深度，他在前人的基础上进一步指出："定南针所指，必微有偏向，不能确指正南，且偏向各处不同，而其偏之多少，亦不一定。如京师二十年前测得偏二度，至今偏三度半。各省或偏东或偏西，皆不一，惟盛京地方得正南，今不知改易否也。"[1] 由于地磁极的经常变动，指南针所指很难是正南北，即同一地点的磁偏角也不恒定。

对于作物与食品的研究。康熙帝对于农作物有过很好的研究，并对某些食品也有记述。在作物研究中以"御稻米"的培育最为有名，他在北京丰泽园（丰泽园位于今故宫中南海中）的田里发现一株特殊的稻子，它"高出众稻之上，实已坚好"。长得既高大，又早熟，因此他"收藏其种，待来年验其成熟之早否"。经试种"果先熟"，从此连续种植，"生生不已"，成为宫廷内用米的主要来源之一。这种米"色微红而粒长，气香而味腴。以其生自苑田，故名'御稻米'"。[2]他还在江南进行推广。对于野生的沙蓬，康熙帝也有观察记载和食用的尝试，"沙蓬米，凡沙地皆有之，鄂尔多斯所产尤多。枝叶丛生如蓬，米似胡麻而小。性暖益脾胃，易于消化，好吐者食之多有益。作为粥滑腻可食，或为末可充饼饵茶汤之需。向来食之者少，自朕试用之，知其宜人，今取之者众矣。"[3] 在他之前很少有人研究。

康熙帝对瓜果多所记述，有些是很珍贵的资料。例如哈密瓜，其特点是"较内地（瓜）甜美，体甚巨，长尺许，两端皆锐"。每到成熟的时候，"人惟啖此，以代谷食，遂觉气体丰腴，有逾平昔"。还可制作瓜脯，"剖晒为脯，芳鲜历久不变"。[4] 另一种叫"果

① 《康熙几暇格物编》卷上，《定南针》。
② 《康熙几暇格物编》卷下，《御稻米》。
③ 《康熙几暇格物编》卷上，《沙蓬米》。
④ 《康熙几暇格物编》卷上，《哈密瓜》。

单"(即今之果丹皮)的小食品,他也记载得很详细,特别是制作方法,他处记载不多。

在南方有一种叫"葛仙米"的野生食用藻类,它书虽偶有提及,但是只提一下名称而已。康熙帝的记述颇详,特别是食用方法他讲到了三种:鲜吃,"初取时如小木耳,紫绿色,以醋拌之,肥脆可食";煮饭吃,"以水浸之,与肉同煮,犹作木耳味";"采得暴干,仍渍以水如米状,以酒泛之清爽宜人"。①

康熙帝对于动物也很感兴趣,有关于达发哈鱼、秦达罕、堪达罕、飞狐、阿滥鸟和熊等野生动物的记述。其中对于熊的冬蛰现象的记述很有意思:"熊于山中必有蹲伏之所,大抵在岩洞之间,人谓之'熊馆'。至冬时入蛰,呵气成冰,封其穴口,仅留一小孔,静伏于内,至春乃出。"②

对于数学、天文学等的研究。康熙帝对天文学和数学有很好的基础,特别是在数学方面受过严格训练,前已述及。他自己曾说:"朕尝习算法、天文、地理,靡不详究。"③ 乾隆帝也说:"圣祖(康熙帝)天纵多能,深通算法。"④ 康熙帝作有《御制三角形论》一文,其中包括他对数学、天文历法的一些看法。他认为"规矩方圆,乃数学之根本"。⑤ 他经常与大臣、学者讨论各种数学问题,还时常在宫廷内或登上天文台进行天文观测。他和陈厚耀讨论地球的大小,陈厚耀"以密率推之,当得地径二万二千九百一十八里有几"⑥,相当于地球半径为6394.122千米,与今测相比稍大。

---

① 《康熙几暇格物编》卷下,《葛仙米》。
② 《康熙几暇格物编》卷下,《食气》。
③ 《康熙政要》卷18,引《圣训》。
④ 《康熙政要》卷18,引《高宗御制全韵诗注》。
⑤⑥ 《康熙政要》卷18,引《御制文三集》,《碑传集》。

总之，康熙帝是一位很有学问的帝王，从科学研究的角度来看，他可称得上我国历史上一位少数民族科学家。（李迪）

第二节　清代前期的科技政策

清朝建立之初，没有明确的科技文化政策。很显然，满族在进关之前仅和汉族文化有所接触，只是一般了解，真正掌握的首推康熙帝，清代的各项政策绝大多数都是康熙时代制定的。下面就康熙、雍正、乾隆三代与科技文化有关的政策作一简述。

清代的科技文化政策，是中国传统政策的继续，但同时因时代的变迁，民族关系的大调整，等等，也增加了一些新的内容。到鸦片战争以后，中国科技文化政策产生了质变，建立了新的近代政策体系。①

清代建立后，即仿照前朝开科取士。顺治三年（1646年）考取入关以后第一名汉族状元傅以渐（1609～1665年），以后沿袭科举取士成为制度。顺治壬辰（1652年）会试分满汉为二榜，蒙古族入满洲榜，汉军入汉人榜。乙未（1655年）也分两榜。后停止满洲榜，“与蒙古汉榜合而为一”。②

与科举相适应的是在全国推广儒学、提倡性理，康熙帝在位61年在这方面不遗余力。他是位爱读书的帝王，“坐处环列皆书籍，尤好性理五经四书”。③ 为什么这样勤奋？年仅16岁时他就认识到：“朕惟圣人之道，高明广大，昭垂万世”，10年后他更提出：“自古一代之兴，必有博学鸿词，阐发经史，润色词章，以备顾问著作之选。”因此他除自己学习外，还命全国有一定级别的官

① 劳汉生、李迪：《洋务运动与中国科技文化政策的变迁：一个政策比较史的研究》，《中国科学技术史论文集》第一集，47～72页，内蒙古教育出版社，1990。

② 《熙朝新语》卷1。

③ 《熙朝新语》卷2。

员把"凡有学行兼优，文词卓越之人"推荐到朝廷，由他"亲试录用"。于是就这样选拔了一批知识分子，"赐出身有差，著纂修《明史》"。[①] 康熙二十三年(1684年)他过山东曲阜到孔庙祭孔，行"三拜九叩"之礼后，他向孔丘后代宣示："至圣之道，与日月并行，与天地同运，万世帝王，咸所师法。"还特书"万世师表"四字匾额悬于奎文阁殿中，以及"至圣先师孔子庙碑"碑文等。[②] 后来，康熙帝又制孟子庙碑、重修孔庙等。对儒家的提倡、推崇，可以说达到了无以复加的程度。

康熙帝认为宋代的朱熹(1130～1200年)是孔孟以后的大儒，只有他"注释群经，阐发道理，凡所著作及编纂之书，皆明白精确，归于大中至正"，"孔孟之后，有裨斯文者，朱子之功最为宏巨"，把他升配大成殿[③]，把《朱子全书》、《四书注解》等予以刊刻，颁行全国。康熙帝特别推崇明代官修的《性理大全》，下令重加补订，并亲为作序。让大学士李光地(1642～1718年)"诠释进览，授以意指"，重新"撮其体要"，编成《性理精义》12卷，"颁示天下"。

由上述事实可见，康熙帝的文化政策植根于中国传统文化之中。

中国历代统治者大都推行"重农"政策，清代统治者也不例外。从康熙帝起推行重农政策，他于康熙三十三年(1694年)就曾下过劝农桑诏，三十五年(1696年)命人绘制《耕织图》，耕织各23幅，共46幅，每幅图附御制诗一首，前有序一篇。他在序中叙述了古代帝王重农的思想和政策，特别引述西汉的诏令："农事伤则饥之本也；女红害则寒之原也。"深刻认识到："欲令寰宇

① 《康熙政要》卷16，引《圣训、东华录二十三》。
② 《康熙政要》卷16，引《圣训、御制文集幸鲁盛典》。
③ 《康熙政要》卷16，引《国子监志》。



图 3.2.2.1　《耕织图·拔秧》

之内，皆敦崇本业，勤以谋之，俭以积之，衣食丰饶，以共跻于安和富寿之域”，“生民之本以衣食为天”。下令把《耕织图》“镂版流传，用以示子孙”。康熙帝写了大量诗文，强调农桑为王政之本，其中重要的有《农桑论》、《稼说》、《扑蝗记》、《刈麦记》等。

雍正帝即位(1723 年)后也是大力提倡农桑，于雍正二年(1724 年)在西苑丰泽园北建一座时应宫，目的是“天子以为龙神之位既尊，宜特修宫观，以致虔祷”，供奉龙神，“俾雨旸时若，稼穑以成”。[1]

乾隆帝爱新觉罗·弘历(1711～1799 年)于即位不久便组织人编写综合性农书《授时通考》。陈弘谋(1696～1771 年)在奏折中说：“我朝诏令惶惶，辅相裁成，重农务本，尤为超轶前古”，

① 《授时通考》卷 51，《劝课》。

请求在内府印本之外允许外省翻刻,"俾通省大小各官,皆知以劝课农桑为要务,下至庶士得见此书",得到批准。[1] 该书的详细情况将在下节讲述。

这个时期的清代统治者对水利工程也比较注意,其中也包括农业灌溉工程和保护农田的治蝗工程。

清代虽然采取重农政策,而在把政策具体化和相应的措施方而不如元代之完备[2],但也有许多常用的措施在全国或某些地方推行,主要的有以下几项:

1. 鼓励开荒。康熙十二年(1673年)诏谕户部把原来"垦荒定例,六年起科",改为"嗣后各省开荒地方,俱再加宽限,通计十年,方行起科"[3],就是新开垦农田在10年内不收农业税。

2. 提倡积粮。由于粮食在民生和军事上的重要性,所以清朝统治者积极提倡贮粮备用,"重农贵粟,所以藏富于民,经久不匮,洵国家之要务"。[4]

3. 注意治蝗。康熙帝对治蝗非常关心,他了解不少有关蝗虫孳繁的规律,主张根据这些规律消灭蝗虫。例如他认为冬天天气寒冷,在成蝗未生子之前被冻死,"来岁可复无患";但是若已经生子天气才开始变冷,则成蝗虽可冻死,"而遗种在地,来岁势必更生"。他特别指出,康熙三十年冬"寒冻稍迟,蝗虫已有遗种",于是"责令有司晓示百姓,务于今冬明春及早尽力田亩,悉行耕耨,俾来岁更无蝗患"。[5]

4. 适时播种。雍正时特别指出:"凡物之生长,必有其候,故

① 此奏折载于翻刻本及其他本《授时通考》卷首。

② 李迪、陆思贤:《忽必烈的农业政策与农业措施》,载《中国农史》,1982(2),1～9页。

③⑤ 《康熙政要》卷19,《务农》引《圣训》,《御制文集》。

④ 《东华录》23。

农时以不违为先，而力田以早种为亡，盖早种先得土气，根株深固，发生必盛，收成必倍。”为此，采取春天可“借以仓谷，秋后照例还仓”的措施。[①]

还有其他一些措施，不再列举了。

清代统治者矿业政策比较复杂，清初基本上可以自由开采：“鉴于明代竞言矿利，中使四出，暴政病民。于是听民采取，输税于官，皆有常率。若有碍禁山风水，民田庐墓，及聚民扰民，或岁歉谷踊，辄用封禁。”[②] 就是说，要改正明朝的弊病，让民众自由开矿，官府收税，只是在几种特殊情况下不能开采。康熙十四年（1675 年）对于民间采铜和白铅（铅、锌）仍不禁止，而要由“督抚即委官管督采取”。十八年（1679 年）又规定了税率。[③] 二十一年（1682 年），康熙帝批准云南开矿的计划，使云南的采矿业得到迅速发展，仅铜的年产量最高时就达到 700 余万千克，特别是在乾隆、嘉庆时达极盛时期。[④] 但对开采金银矿，康熙时“均不准行”。乾隆帝则准许开采，有人提禁开广东英德山地含银的铜矿时，他说：“银亦系天地间自然之利，可以便民，何必封禁乎？”[⑤]

然而，清代统治者出于政治上的原因，从康熙后期起，对地方和民间开矿即屡有禁令，特别是到嘉庆时更是严格。下列事实可以说明问题：

康熙四十三年（1704 年），户部议江西崇仁大庾岭（在今江西大余和广东南雄交界处）开矿。康熙帝认为“开矿事情甚无益于地方，嗣后有请求开矿者，俱不准行”。

---

① 《熙朝新语》卷 9。

② 《清史稿》卷 124，《食货五》。

③ 张寿镛：《皇朝掌故汇编》外编卷 23，《矿务》。

④ 夏湘蓉、李仲均、王根元：《中国古代矿业开发史》，161～162 页，地质出版社，1980。

⑤ 《清实录》卷 95，《高宗实录 一》。

康熙五十二年(1713 年),又下旨谕:"有矿地方,初开时即行禁止乃可,若久经开采、贫民勉办资本,争趋蹷利,藉为衣食之计,而忽然禁止,则已聚之民毫无所得,恐生事端。"

雍正二年(1724 年),雍正帝下令申明绝对禁止民间开矿,指出:"今日有利,聚之甚易;他日利绝,则散之甚难。若招商开矿,设关收税,传闻远近,以致聚众藏奸,则不可行也。"

五年(1727 年)又下诏申言,谓"何必谆谆以利为言"。

嘉庆四年(1795 年),民间商人通过御史"奏请开邢台银矿",答复是:雍正帝"硃批谕旨,于开矿一事,深以言利为戒。不准行。"

五年(1800 年),大名请开铅矿,搁不发。

六年(1801 年)三月,对已开采的塔尔巴哈台(在今新疆境内)金矿予以查封:"以无籍之徒,聚之甚易,散之则难,于边地殊有关系,严行封禁。"

同年九月,在平泉州(今辽宁省平泉)发现铜矿,请求开矿,下令"永远封禁"。

嘉庆二十四年(1815 年)四月,命"封禁都兰哈拉铅厂"[①](都兰哈拉约在今青海省)。

通过这些事实可以看出:清代的矿业政策是由自由开采,到禁止开采,而且越来越严,对已开采的还下令封闭,永远不能开禁。从历次禁令中所据理由可知是害怕聚众造反。这种政策变化,正反映清朝统治由强盛到衰败的过程。

用人政策。清代统治者在用人方面自然倾向于满族,选择的人选是按满、蒙、汉军和汉四个方面考虑。前三种都编入八旗。汉人不在旗,旗人被优先选拔,或有一定的名额分配。这里主要讲

① 俞正燮:《癸巳存稿》卷 9。

述钦天监的用人政策，与其他机构相比有很大不同，主要是因为学术上的需要增加了西洋人，而且往往担任学术领导。

顺治元年(1644年)设钦天监，内分时宪科、天文科、漏刻科和回回科四科，设监正、监副、五官正、灵台郎、保章正、挈壶正、书监候、司晨博士、主簿等官。[①] 其中时宪科是负责编制历法的机构，采用西法。当时德国教士汤若望在钦天监为"修正历法"，无正式职衔，《时宪历》就是由他制定的，第二年(1645年)有非正式的职衔"钦天监管监正事"。[②] 这时在用人上几乎没有一定政策和制度，而是应急安排人事，监正都是汉人。

康熙四年(1665年)设满监正，五年(1666年)批准在钦天监增设汉天文生94人。八年(1669年)规定由西洋人代替汉监正，称为监修，到雍正三年(1725年)实授西洋人为监正，去监修名。[③] 这年德国教士戴进贤(Ignace Kogler，1680～1746年)由"治理历法"补授为监正，是第一个有正式职衔的西洋监正。在很长时期内，钦天监没有汉监正和蒙监正，都是由满族和西洋人担任，唯一例外是乾隆二十四年(1759年)任命的监正明安图是蒙古族。但是，除监正外还有监副，也由满人担任；后又改为左监副、右监副各一人，由汉人担任；以后又各增加满人各一人，还有多次变更，监正之职未变。乾隆十年(1745年)又在监正之上加了"兼管监正事务"的职位，长期由满族贵族、宗室担任，后改为"管理钦天监事务"。同时汉族天文学家何国宗(？～1766年)也于同年任此职，到乾隆二十二年(1757年)。[④]

---

① 《大清会典事例》卷830。
② 顺治二年五月初二日钦天监题本。
③ 《皇朝文献通考》卷83。
④ 薄树人：《清钦天监人事年表》，《科技史文集》第1辑，86～101页，上海科学技术出版社，1978

由顺治到道光初的180年间，在钦天监担任左监副或右监副以上职务的西洋人，据不完全统计有20人，他们是汤若望、南怀仁、徐日升(Thomes Pereira，1645～1708年，葡萄牙人)、安多(Thomas Antoine，1644～1709年，比利时人)[①]、闵明我(Philippe Marie Grimaldi，1639～1712年，意大利人)、纪里安(Stumf Kilianus，1656～1720年)、戴进贤、徐懋德(Andreas Pereira，?～1743年)、刘松龄(Augusting de Hallerstein，1703～1774年，奥地利人)、鲍友管(Gogeisl Antonius，?～1771年)、傅作霖(Felix Da Rocha，1713～1781年，葡萄牙人)、高慎思(Josephus D'Espinha，?～1788年)、安国宁(Andr'e Rodrigues)、索德超(Joseph Bernard D'Almeida)、汤士选(Alexander Gouvea，?～1808年，葡萄牙人)、罗广祥(Nicolas Joseph Raux，1754～1801年，法国人)、福文高(Dominico Joaque mus Perrira，?～1824年)、李拱辰(Joseph nunel Ribeiro，?～1826年)、毕学源(Gaetano Pires Pereira，1763～1838年，葡萄牙人)、高守谦(葡萄牙人)[②]，其中有15～16人担任过监正或相当于监正职务，而且连续不断，次序如下：

汤若望→南怀仁→徐日升、安多→闵明我→纪里安→戴进贤→刘松龄→傅作霖→高慎思→安国宁→索德超→汤士选→福文高→李拱辰→高守谦。

根据以上情况可以看出，清代前中期一直选用西方教士担任钦天监的最高学术职务。很显然，统治者认为没有西洋人任职，钦天监的研究工作就不好开展。

用人方法和其他朝代差不多，也是通过考试和推荐两个渠

① 徐日升和安多二人，在南怀仁死后接替工作，但在有关题本中均无职衔。
② 李俨：《中算史论丛》第三集，68页。

道，特别是在完成某些特殊任务时常常通过推荐用人。最典型的例子是康熙末期编写《律历渊源》时起用梅瑴成。

清代统治者对汉族知识分子采取笼络政策，除科举办法外，还常用接见、封赠等办法。康熙四十三年(1704年)，康熙帝西巡时问李光地(1642～1718年)“隐沦之士”，李光地举出关中的李颙(1627～1705年)、河南的张沐和安徽的梅文鼎(1633～1721年)三人以对。第二年南巡时，康熙帝在舟中接见了梅文鼎，并特赠“绩学参微”四个字。[①] 在梅氏身后，由于其孙梅瑴成的关系，曾屡受追封，连妻子都得到荣誉。雍正十三年(1735年)发布“通政使司左参议梅瑴成祖父母诰命”一道，乾隆二年(1737年)又发出“顺天府府丞提督梅瑴成祖父母诰命”一道[②]，梅文鼎妻子被追赠为一品夫人。[③]还有其他一些事例，不再列举。

清代的一般教育政策和其他朝代无本质差别，但在国家一级则明显倾向于满族。从清初开始就在中央设有八旗官学生，是从各旗选来的满族子弟，学习期满后，通过考试录用。从康熙九年（1670年）起，从官学生中选取一部分学习天文历算，以便向钦天监补充研究人员：“天文关系重大，必选择得人，令其专心学习，方能通晓精微。可选取官学生，与汉天文生一同学习。有精通者，俟钦天监缺员，考试补用。寻礼部议于官学生内每旗选取10名，交钦天监分科学习。有精通者，俟满汉博士缺补用。从之。”[④] 康熙五十二年（1713年）设算学馆，“选八旗世家子弟，学习算法”。后来八旗官学生学习算法的人很多，每旗挑选“资质明敏者三十余人”学习算法。但是乾隆三年

①③　李迪、郭世荣：《清代著名天文数学家梅文鼎》，38、45页，上海科学技术文献出版社，1988。

②　《文峰梅氏宗谱》卷首，1937年刊本。

④　《东华录·康熙十》。

(1738年)"停止教授八旗官学算法",另设算学,因为所培养的人"专以读书、翻译为业,以备将来录用",而且算法难懂,儿童不能一下子掌握。①

在待遇方面,汉族(有时也包括汉军)与满、蒙学生也有差别。算学生中满、蒙月给银一两六钱,汉军月给银一两,汉月给银一两五钱②,为生活费。在录取的办法上,满、蒙、汉军"于官学生内考取",而汉人则由举人、贡生、监生等中考取。在管理上是分开的,八旗算学生由国子监档子房管理;汉算学生由钦天监管理。③

清代对满蒙天算教育有一定成绩,据初步估算,到嘉庆末止,约培养了200人,其中包括满族的明图和博启、蒙古族的明安图等天算学家,特别是明安图尤为突出。④

在医学教育方面,总的来说与明代没有多大差别,基本上是沿袭明朝旧制,无多少创新。内容有所变化,如增加痘疹科,废除明代的金镞、祝由、按摩三科。⑤清代医学教育带有世袭性质,主要由医官子弟保送,还要有保证人,再经面试,录取者分科学习。当时不重视医学,针灸科被废除。道光后,太医院的医生甚至要自掏腰包购买药品。⑥

清代一建立就面对着西方传教士和西方学术问题,朝廷采取了一系列政策。早期的政策具有二重性,一方面对西方的科学技术感兴趣,另一方面又对传教士的活动不放心。在长达180多年中,西人在钦天监里担任学术领导职务就足以说明前一方面,不过最后几十年仅是一种历史性的延续,并非真正对西方科学

---

① 李俨:《中算史论丛》第四集,284～285页。

②③④ 李迪:《清嘉庆末期关于满蒙天算人才的培养》,《中国少数民族科技史研究》第四辑,37～53页。

⑤⑥ 朱潮主编:《中外医学教育史》,55、56页,上海医科大学出版社,1988。

有认识。只有康熙帝最感兴趣。

正如白晋所说：康熙帝"他刚一接触西洋科学，就对这项研究工作产生极大的热情。正如康熙皇帝本人所说的那样，他通过耶稣会士南怀仁和杨光先的争论，开始认识到西洋科学的价值。"[①] 正因为这样，他才把西方传教士召进宫中给他讲授西方科学，前节已讲过，这里不再重复。他学习并掌握了大量西方科学知识，尤其注意应用。"皇上刚刚了解到西式大炮和迫击炮的铸造法，立刻命令采取这种方法，铸造许多大炮和迫击炮。"[②]实际上，受命造炮者为南怀仁，从康熙十四年(1675 年)到二十年(1681 年)先后铸造"红衣铜炮"130 尊和"神威战炮"320 尊，共 450 尊。经试用，效果很好，命中率极高。[③] 在其他学科方面，康熙帝也同样由自己和他人去实际应用，对天文、数学、物理、测绘、化学等学科，莫不如是。

在待遇方面，康熙帝对这些教士很优厚，有时给予荣誉称号。例如对给他讲课的西方教士非常优待，有一段时间指示大臣们：对讲课教士的"任何要求都要予以满足。"[④]赐给一些墓地、马褂，等等。这种政策对中国当时科学的发展起了非常积极的作用。

但是政策二重性的另一面也是从康熙帝开始的。康熙九年(1670 年)礼部题称：准两广总督金光祖咨称：看得西洋人栗安当等准部文，查有通晓历法者，起送来京；其不晓历法者，即令各归本省本堂。结果，通晓历法的恩理格(Chistian Herdtricht)和闵明我二人被送到北京。[⑤] 这就是说，只有通晓历法的教士才能进入北京，到钦天监从事天文历法研究工作，其余的不能进京。

①②④　白晋著、赵晨译：《康熙皇帝》，30、49、39 页。

③　徐日升、安多：《南先生行述》。

⑤　《正教奉褒》，《康熙十年》。

以后的限制更加严格，朝廷多次重申这一禁令，传教士不能进入内地，只能在广东的澳门活动。实际上，在北京一直有传教士，死在北京的也不在少数。可能较早进入北京的一部分，其中精通自然科学的人并不多。

这种政策的二重性又导致一种调和思想“西学中源”说的泛滥。“西学中源”说是说西洋科学虽然不错，有其优越性，但是其源头都在中国，外国人学习了中国古代的发明创造之后有了新的发展而已。从明末起就有了这种思想，到了清代康熙帝则大力宣传，他讨论天文历法有古法与今法(指西法)之不同，“深不知历原，原出自中国，传及于极西。西人守之不失，測量不已，岁岁增修，所以得其差分之疏密，非有他术也”。[①] 历法是这样，数学也是这样，他和直隶巡抚赵宏燮讨论算数时指出：“算法之理，皆出于易经，即西洋算法亦善，原系中国算法，彼称为阿尔朱巴尔。阿尔朱巴尔者，传自东方之谓也。”[②]“阿尔朱巴尔”又作“阿尔热巴拉”或“阿尔热八达”，都是代数学(algebra)之译音，欧洲人认为代数学来自东方的阿拉伯，故有“东来法”之称，绝不是指来自中国。其他人如梅瑴成等也随声附和加以宣扬。因此，中国大多数知识分子很快就接受了“西学中源”说思想，这对于吸收西方科学是有利的。

“西学中源”说的传播基本扫清了有关政策在推行上的障碍。这种思想不久就走上了极端，把人们的注意力引向了对中国古籍研究的兴趣。同时，还由于雍正大兴“文字狱”和乾隆时编辑《四库全书》，三者加在一起便出现了复古思潮，形成了乾嘉时期的考据学派。早期吸收西方科学知识的政策完全停止，西学的输

① 《康熙政要》卷18，《御制文三集》。

② 《东华录·康熙八九》。

入即告中断。

乾隆帝即位之初期，对科学还有一定兴趣，对西学也有一定热情。而到后期则改变了态度，甚至对送上门的西学都不太理睬。最典型的例子是乾隆五十八年（1793年），英国派遣使臣马戛尔尼（George Macartney，1737～1806年）来华一事，目的是借给乾隆帝送八十大寿贺礼，同时讨论两国的商务问题。马戛尔尼使节团带来许多西方的科学仪器，其中有“天象仪”一座，还有一些铜炮、西瓜炮，特别是各种大军舰模型以及中等船及小船，等等。[①] 但是乾隆帝以“天朝帝王”自居，对使节很傲慢，很快把他们打发回国，那些科学仪器和军舰模型等未起任何作用。

实际上，这时清朝廷已进入“闭关自守”政策时期，而且大门越关越紧。中国的科学技术完全与西方科学隔绝，脱离了世界科学发展的主流。在清初还在发展的中国科学，从乾隆中期起便处于停滞状态了。　　（李迪）

第三节　清代前期的重大科研项目

清代前期主要是指康熙帝执政时代，由他主持或批准进行了一些重大科学项目之研究，持续到乾隆前半期。虽然参加这些项目研究的人有汉族科学家和外国传教士，但每个项目都有少数民族学者参加，特别是康熙帝和乾隆帝是少数民族统治者，是他们对科学事业的贡献。主要的项目有以下五个。

一、南怀仁的科研工作

通过历法斗争这个血的教训，使年轻的康熙帝看到西方科

---

① 马戛尔尼著、秦仲龢译：《英使谒见乾隆记实》，《近代中国史料丛刊》第88辑，158～162页，文海出版社，1966。

学有一定优越性，于是首先请南怀仁进行天文学研究。康熙八年（1669年）17岁的康熙帝任命南怀仁为钦天监治理历法，并负责国家天文台（即今北京市建国门古观象台）方向的勘测、天文仪器制造和天文观测三项工作。到康熙十二年（1673年）工作结束，第二年（1674年）完成了《灵台仪象志》一书，既是天文仪器说明书，又是此次研究工作的总结。下面简单介绍一下这个重大科研项目的主要内容。首先是对于天文台方向之勘测，这一工作是在康熙十年（1671年）进行的，南怀仁认为北京天文台的方向不正，“每有南北之墙四五丈内偏三尺余者”，必须“以正法考之，其东西墙五丈内离正东西二尺有余”，而且“甲乙为旧台东西墙，已丁为正东西线，两线引长至四五里远，愈远愈多，相离五里，即有数丈之差”。接着提出三种测量方法：地平经纬仪测量测法、恒星测量法和秒摆法。他说：“今依三角法……因而推知己癸戊酉两角之大减于小而余数平分，随笔记之……然后将上所记分秒而加于南北线之东西，以为原移改之界。”①

其次是他基本上依据西方原理设计制造了6件天文仪器，这就是天体仪、黄道经纬仪、赤道经纬仪、地平经仪、象限仪和纪限仪。这些仪器都被安装在被重新勘测过方向的天文台上，原来台上的元明时代的仪器都被移到了台下。这是清代制造的首批天文仪器，实际水平没有明末徐光启（1562～1633年）所建议要制造的那批仪器那么高，例如没有望远镜，也未把望远镜作为其他仪器的附件。

再次是关于物理实验。南怀仁在制造天文仪器过程中进行

① 李迪、白尚恕：《清代康熙、乾隆时期的科学实验》，载《自然辩证法通讯》，1981(6)，56～58页。

了一些物理实验，并制作了某些仪器。总共有十来项，计有温度计制造、湿度计制造、单摆之安装、材料力学实验、自由落体实验、折射实验，等等。这些实验对我国来说都比较新颖，且在《灵台仪象志》中有较详细的记载。湿度计的制造是：用“鹿筋弦长约二尺，厚一分，以相称之斤两坠之，以通气之明架空中横放之，上截架内紧夹之，下截以长表穿之。表之下安地平盘，令表中心即筋弦垂线正对地平中心。本表以鱼龙之形为饰。”① 其原理是根据鹿筋弦随大气湿度的增减而长度发生变化，反过来便可由鹿筋弦的长度变化显示出大气湿度。南怀仁把单摆叫垂线球仪，他对此曾做过多种实验，特别是“推定其一往一来，相应天上一秒，六十次往来正对一分，所以一刻内有九百往来，四刻内共三百六十往来之数”②，就是将单摆的摆动周期调整到正好为一秒，360个周期就得一小时。这便是摆钟的原理。南怀仁在北京还试验过蒸汽机。

最后是天文观测。南怀仁在《灵台仪象志》中包括有详细星表，分黄道坐标系统和赤道坐标系统把所测算结果列入表内。前者系用黄道经纬仪所测，其历元为康熙壬子年(1672 年)，共测一等至六等星 1876 颗，其中有“增定”小星 509 颗(绝大部分都是六等星)；后者系赤道经纬仪所测，其历元为康熙癸丑年(1673年)，被测星数与前者相同。有不少星测得相当准确，有的误差偏高，如太子(紫微垣)的黄经差为 1°13′。“增定”的小星为南怀仁所补测，其余当为重测，而大多数系通过岁差对《崇祯历书》星表的改正。③

以上的研究工作是在南怀仁主持下进行的，还有其他许多

①② 《灵台仪象志》，载《古今图书集成》，《历象汇编历法典》第 92 卷。
③ 潘鼐：《中国恒星观测史》，372～377 页，学林出版社，1989。

人参与其事，其中必有少数民族人员。至迟于 1670 年就从各旗选取人才交钦天监培养，后来就留在钦天监工作[①]，正是南怀仁主持研究项目的时候。

二、地图测绘

康熙帝对地图测量与绘制十分关心，并于康熙二三十年间即开始筹划这项工作，到康熙四十七年(1708 年)列为全国重大科研项目，全面展开。这次地图测绘与过去有根本的不同，首先是在地球上(而不是平面大地上)进行的，测量的是各地的经纬点；其次是由于这个原因必须规定本初子午线和 1°经线的长度。康熙帝对于后两个问题非常重视，明代已规定了过北京城的一条子午线为“东西偏度”的起点，康熙帝即采用了这一规定；可是 1°经线的长度并没有现成的规定可以继承，于是决定工部营造尺为标准单位，1800 尺为 1 里。更进一步由“康熙帝之亲裁”以 200 华里合经度 1°。其来历系由在华的法国教士们换算得的。当时法国所用之长度为“刘”(Lieue，古法里)及“笃亚斯”(Toise，古法丈)。据教士托马斯(Pere Thomas)之测量，地球经线 1°恰合 20“刘”，又恰合 200 华里，而 1“刘”合 2853“笃亚斯”，亦即等于 10 华里，故 1 华里约等于 285“笃亚斯”。就这样，在全国进行测量时便统一用 1 度经线之长度为 200 华里[②]；测量的范围包括内地各省，及边远的东北、内外蒙古、云南、贵州、甘肃、广西，新疆地区只到哈密而止。至于青海、西藏和四川之一部分则由在钦天监学习数学测量之喇嘛负责进行测量，但有些部分并未实测，而是“采诸传闻”，因此不够准确。

前后经过将近十年，到康熙五十六年(1717 年)年初始告结

---

① 李迪：《清嘉庆末期关于满蒙天算人才的培养》，《中国少数民族科技史研究》第四辑，37～53 页。

② 翁文灏：《清初测绘地图考》，载《地学杂志》第 18 卷，1930(3)，1～34 页。

束。所测经纬点总共有641处,它们的分布如下:

直隶	48处	河南	29处
山西	28处	浙江	30处
湖广	54处	江南	37处
福建	30处	山东	28处
广东	37处	陕西	28处
广西	28处	江西	30处
云南	30处	四川	28处
吉黑	36处	台湾	7处
海南	7处	贵州	25处
辽东	8处	蒙古	93处

在这次测量中,出现一项意外的收获。按起初人们的预想,"每度所合之里数,均应相等",而实测结果发现:"在纬度47度至41度共6度间,每度实地引绳丈量,所得里数,乃各度不同"。虽经仔细校对,仍相差253尺之多。测量者雷孝思(J. B. Réigs,1663～1738年)等已注意到西方对于地球有"非球而近乎椭球体"之说,但"不宜轻弃地圆之说","仍假定地为圆球,各度相等"。[①]实际上,他们已经发现了地球为扁球形的证据,而且已把两者联系起来,可是最后还是抛弃,"期望于将来"由他人解决。

在此基础上,完成了《皇舆全图》。1719年出版的铜版地图上用满文标记珠穆朗玛峰。[②]

哈密以西的新疆地图,是通过两次测量才完成的。第一次是

① 翁文灏:《清初测绘地图考》,载《地学杂志》第19卷,1930(3),1～34页。

② 林超:《珠穆朗玛峰的发现与名称》,载《北京大学学报》(人文科学),1955(4),141～163页。

在乾隆二十一年(1756年),由汉族科学家何国宗(? ~1766年)带队。第二次是在乾隆二十四年(1759年),由蒙古族科学家明安图带队。到此,使用新方法测绘的全中国大地图全部完成。这将在第三章有进一步介绍。

在这项工作中,除了最高统治者、也是项目的批准者和主持者为满族外,参加具体工作的也有满族、蒙古族、藏族等少数民族,并且在边疆地区进行测绘时得到了当地各民族的支持与协助。

三、编纂《律历渊源》

在地图测绘这个重大科研项目正在进行过程中,康熙帝又开始了另一个重大科研项目:编纂《律历渊源》。这个项目是由数学家陈厚耀建议的,得到批准后,康熙帝调集一些科学家,并亲自主持进行的。康熙四十八年(1709年),康熙帝召见苏州的陈厚耀讨论数学问题,陈趁机请求"定步算诸书,以惠天下",马上得到肯定的回答,并立即指出:"汝尝言梅瑴成学甚深,今命来京,与汝同修算法"。[①]

梅瑴成(1681~1763年)是著名天文数学家梅文鼎(1633~1721年)的孙子,也精通数学。康熙帝把他调到北京,让他与陈厚耀共同编纂算书。他们"修书于蒙养斋,赐《算法原本》、《算法纂要》、《同文算指》、《几何原本》、《周易折中》,字典、西洋仪器"。[②]这是些参考书,大约都是他早年学习用的教材和仪器,无疑对将要编纂的算书的内容有深刻的影响。康熙五十二年(1713年)书成。可能是由于康熙帝对这部书稿不满意,于是便着手重写。

重写工作于1713年开始,由何国宗、梅瑴成担任汇编(相当于现在的主编),并且陆续调来很多人参加这个科研项目。还命

① ② 阮元:《畴人传》卷41,《陈厚耀》。

他的三儿子诚隐郡王允祉(？～1737年)领导此事，指示他说："古历规模甚好，但其数目岁久不合。今修历书，规模宜存古，数目宜准今。"[1] 康熙帝对此项目很重视，"所纂之书，每日进呈，上亲加改正焉。"[2] 全书分为三大部分，每一部分都有专名，即《律吕正义》、《历象考成》和《数理精蕴》，共100卷，总名《律历渊源》。《律吕正义》五卷，讨论乐律问题，完成于康熙五十二年(1714年)十一月。另两部分到康熙六十一年(1722年)才完成，雍正元年(1723年)九月全部刊刻完毕。从书的署名可知，康熙帝的另一儿子庄亲王允禄也参与其事，分工有"汇编"、"分校"、"考测"、"校算"和"校录"。担任分校的都是汉族学者，负责考测工作的基本上都是少数民族，他们是：会考府郎中成德、参领臣阿齐图、原任吏部员外郎顾琮、工部员外郎加一级照海、食员外郎俸钦天监五官正明安图、兵部主事加一级平安……[3] 除明安图为蒙古族外，其余的均为满族。

这个研究项目，不是单纯编纂一部书，而是先进行研究，考测就是一个内容，在研究的基础上编写成书。考测工作就是进行天文测量，订正清初汤若望所编《西洋新法算书》中的一些数据，例如《西洋新法算书》所用西人帝谷(Tycho Brahe，1546～1601年)所测的黄赤大距为23°31′30″，"今则累测夏至午正太阳高度，得黄赤大距为二十三度二十九分三十秒"。《历象考成》42卷，包括了这些新考测得的结果，主要是少数民族工作人员的成绩。

研究内容还表现在《数理精蕴》中。梅瑴成等为了更好地讨论立体几何问题，特意制造了一些模型，书中提到"凡各种形体，

---

① 《清史稿》卷220，《诚隐郡王允祉》。

② 《清史稿》卷45，《时宪一》。

③ 《律历渊源·奏议》。

难以图显，盖以图上一面故也，必用木石制之，始能相肖”。[①] 现在北京故宫博物院藏有楠木精制的立体几何模型[②]，无疑是梅瑴成等所造的。主要的研究在物理学方面，如“验时仪坠子”（即摆）、杠杆原理、比重的测定，等等。其中最重要的要数对物质比重的研究。梅瑴成测定了32种物质的比重，和现在测定的结果接近，一般偏小，个别的稍大，特别是关于锌(Zn)的比重的测定在世界上是首次。这是一次科学的测定，在我国科学史上占有重要地位。[③]

《律历渊源》这部书完成后，其天文部分成为制定《时宪书》的理论依据。清政府规定“以《(历象)考成》为推步之模，命(钦天)监臣学习遵守”。[④]《数理精蕴》也向全国颁行学习。

四、编纂《历象考成后编》和《仪象考成》

这是雍正末期到乾隆前期进行天文研究的两个成果，项目的设立由《历象考成》引起。《历象考成》除正文上下编42卷外，还有十种天文表，第一种为《日躔表》，第二种为《月离表》，它们是由《新法算书》中相应的表校订而成，不过10年已感到不合用。雍正八年(1730年)六月二十八日钦天监满族监正明图根据上述情况，提出如下建议：“伏乞皇上睿鉴，敕下戴进贤、徐懋德，挑选熟练人员，详加校定，修理细数，缮写条目。”建议得到了批准[⑤]，立为项目。

戴进贤和徐懋德都长期在中国钦天监担任要职。他们接到任务后，即逐步开展工作。但不知为什么直到雍正帝死后，乾隆

① 《数理精蕴》上编卷2第二十款。

② 李迪：《中国数学史简编》，267～268页。

③ 李迪：《我国古代的比重测定和应用》，《科技史文集》第12辑“物理学史专辑”，122～126页。

④ 《清朝文献通考》卷258，《象纬一》。

⑤ 《历象考成后编·奏议》。

帝即位的第二年(1737 年)才拿出成果。这年四月十八日,顾琮向乾隆帝汇报了此事,但同时又指出了其不足:“世宗宪皇帝……又允监臣之请,纂修《日躔》、《月离》二表,以推日月交食,并交宫过度,晦朔弦望,昼夜永短,以及凌犯,共三十九页,续于《历象考成》之末。但此表并无解说,亦无推算之法。”能用此表的除二名作者外只有明安图一名中国人,结果“究与未经修纂无异”。因此建议:“可否令戴进贤为总裁,以徐懋德、明安图为副总裁,令其尽心考验,增补图说,务期可垂永久。如《历象考成》内,倘有酌改之处,亦令其悉心改正。”于是“即著顾琮专管”。[1] 实际上,研究的范围逐渐扩大,充实了研究人员和工作人员。研究持续了 6 年,到乾隆七年(1742 年)六月完成,定名为《历象考成后编》,共 10 卷。书前有“诸臣职名”:总理:允禄;武英殿监理:弘昼;汇编:顾琮、张照、何国宗、梅瑴成、进爱、戴进贤、徐懋德、明安图;分校:高泽、孟泰岩、何君惠、方谷、何国栋、潘汝瑛;提调:朝克托、萨哈图、毛嘉梓;收掌:永定……校录:董又新、门泰……武英殿监造:雅尔岱、永保、永忠、三格、李保、郑桑格、李延伟。这些人中,除西洋人和汉人外,满族和蒙古族不少。

《历象考成后编》的内容比较丰富,前 6 卷论述日躔、月离和交食的理论与计算方法,其中首次采用了椭圆轨道,并且利用了刻卜勒定律,但是椭圆的一个焦点上不是太阳而是地球。后 4 卷是《日躔表》、《月离表上下》(2 卷)和《交食表》。前两个表,凡是提到历元的地方都是雍正元年(1723 年),显然是戴进贤和徐懋德所编的。每一种表前都有简短说明和用法,这大概是为了弥补“无解说”而使人们无法使用的不足吧?

在这项研究告成之后不久,又开始了另一项天文研究。如果

---

① 《历象考成后编·奏议》。

说，前一个项目限于太阳系内的日、地、月的关系，那么后一个项目则是恒星观测。立项的原因是根据戴进贤等提出的，《灵台仪象志》的星表到乾隆九年(1744年)已经过了71年，由于岁差等原因，恒星与黄赤道等的位置已发生了变化，应当改正；且恒星数目今昔多寡也有不同，都应重新测验。[1]乾隆帝批准了这个建议。到乾隆十七年(1752年)工作完成，最后成书一部叫做《仪象考成》，共32卷。参加工作的主要有戴进贤(开始的第二年病故)、刘松龄(A. de Hallerstein，1703～1774年，奥地利人)、鲍友管(Antonius Gogéist，1701～1771年，德国人)、明安图、何国卿等许多人。总理其事的还有允禄、鄂尔泰、张照、觉罗勒尔森、何国宗。值得注意的是对于星数的统计，"共计星三百官、三千零八十三星"[2]，这是当时世界上最多的星数。但是星表上收入的仅为1876星，与前者有矛盾。[3]

在进行这一研究的同时，从乾隆九年(1744年)起又制造了玑衡抚辰仪一架。这年二月首先制造了两台三辰仪模型，乾隆十一年(1746年)十二月又制造了一台。它们及其说明书都完好地保存在北京故宫博物院。到乾隆十九年(1754年)便在此基础上造出了玑衡抚辰仪，放到了天文台上。[4]关于这仪器的说明以"仪说"2卷收入到《仪象考成》中。

五、编纂《医宗金鉴》和《授时通考》

乾隆初年还有两个大型科研项目，一个是医学，一个是农学。这两个项目都是由和硕和亲王弘昼和太保议政大臣大学士鄂尔泰等负责管理，《授时通考》先开始后完成，而《医宗金

①② 《仪象考成·奏议》。

③ 潘鼐：《中国恒星观测史》，379页，学林出版社，1989。

④ 白尚恕、李迪：《从三辰公晷仪到玑衡抚辰仪》，载《中国科技史料》，1982(2)，85～90页。

鉴》后开始先完成。1737年，刚即位不久的乾隆帝就下达旨谕："农桑为致治之本"，古代有关农桑的记载"散见经籍，至详且备，后世农家者流，其说亦各有可取，所当荟萃成书，颁布中外，庶三农九谷各得其宜"。于是"著南书翰林同武英殿翰林编纂进呈"。[1]《授时通考》是一种资料汇编性的农书，从古代农书及其他著作上摘录有关农事的资料分类进行编纂，引用书达数百种，直到乾隆二年的档案资料也都列入。收录的标准是"以致用为本"，"俱取切于实用……"[2] 到乾隆六年（1741年）冬工作全部完成，乾隆七年（1742年）正月乾隆帝为之作序，并取名为《授时通考》。由于本书是资料汇编，因此参加工作的主要是南书房和武英殿的翰林，其中包括汪由敦、嵇璜、秦蕙田、张照、沈廷芳等学者，张廷玉与鄂尔泰为总裁。"监造"的名单与《历象考成后编》的基本一致，仅多了一名虎什泰，可能多数为满族，少数为蒙古族。全部工作人员，几乎没有农学、水利学等方面的科学家。

《授时通考》分为8门、78卷，即天时门（卷一—六）、土宜门（卷七—一八）、谷种门（卷一九—三〇）、功作门（卷三一—四一）、劝课门（卷四二—五三）、蓄聚门（卷五四—五七）、农余门（卷五八—七一）和农桑门（卷七二—七八），其中卷五二和五三"耕织图"实为附录，原为康熙帝所作，耕织图各23幅，每幅有诗一首，雍正帝和乾隆帝又皆制诗和之。

这部书继承了中国传统的大农业思想，除农田耕作外，还包括天时、地利、农业机械、农副业加工、园艺（包括经济林木、药材）、蚕桑与纺织，等等，内容广泛，特别是有精美插图

---

[1] 《授时通考·上谕》。
[2] 《授时通考·奏摺》。

405 幅（不算《耕织图》）。近人的评价是："体裁严整，徵引周详，又附有很多插图，确是具有一定的优点。"①

关于编修医书一事，也是由乾隆帝亲自提出的。乾隆四年（1739 年）十一月，他指示右院判王炳、御医吴谦说："尔等衙门该修医书，以正医学。"同年十二月，由太医院使钱斗保等据此提出古医书大都"有法无方"，只有《伤寒论》、《金匮要略杂病论》"始有法有方"。工作的第一步应"先改正错讹注释，以利天下时用"。为此要大力搜集历代医书和传世验方等作为参考。乾隆帝"著大学士鄂尔泰酌议具奏，其一应纂修事宜，并著总管考核"。鄂尔泰立即对"纂修事宜"进行了初步安排：其一，办公地点设在太医院衙门的闲房；其二，工作人员，其纂修官只需八员，总纂修官须用二员，御医吴谦、刘裕铎，应令充总修官，仍兼纂修外，其余纂修官八员，应令太医院堂官并吴谦、刘裕铎等，将平日真知酌见，精通医学、兼通文理之人，保举选派。如果不足，再酌量从他处"查派"。乾隆五年（1740 年）二月开始工作，经过差不多 3 年，到七年（1742 年）十二月全部完成，"钦定嘉名：'医宗金鉴'"。②

《医宗金鉴》的纂修人员与《授时通考》完全不同，"总理提调官"、"总修官"、"纂修官"、"效力纂修官"、"校阅官"和"收掌官"等绝大多数都是太医院医官，6 名总理提调官中吉庆、普福、兴贵和福宁应是少数民族。

《医宗金鉴》共 90 卷，是一部医学丛书，包括《订正仲景全书》、《删补名医方论》、《四诊心法要诀》、《运气要诀》、《伤寒心法要诀》、《杂病心法要诀》、《妇科心法要诀》、《幼科杂病心法要

① 王毓瑚：《中国农学书录》，222～223 页，农业出版社，1979。

② 《医宗金鉴·奏议》。

诀》、《痘疹心法要诀》、《幼科种痘心法要旨》、《外科心法要诀》、《眼科心法要诀》、《刺灸心法要诀》和《正骨心法要旨》14 部分。除第一部分为对张仲景医书的订正外，全是新编纂的。这部书有很高的实用价值。

以上把清代前期由满族统治者批准、主持或下达的重大科研项目作一简要介绍，从中可初步看出康熙帝、乾隆帝对科学的态度和对中国科学的贡献。除此之外，在他们的支持或主持下制作过许多物理、测量、天文等仪器和原始手摇计算机。康熙帝还命王灏等把明代王象晋的《群芳谱》改编并扩充为《广群芳谱》100 卷，也是一项不小的工作，这里不介绍了。　　（李迪）

第三章　清代到民国初年各民族的自然科学成就

从清初到民国初年的约 290 年间，我国少数民族在自然科学的各个领域都做出了很大贡献。康熙帝的研究工作已有专节（本编第二章第一节）讲述，本章则讨论康熙帝以外的少数民族学者对天文学、数学、物理学、化学和地理学的研究及其成就。

第一节　天　文　学

这一时期，少数民族对天文学的研究，大体上可分为三个方面：在钦天监中对西方天文的研究；对回回历法的研究；各民族的传统天文历法。下面分别予以介绍。

一、对西方天文历法的研究

这方面的研究工作从康熙时开始，首先是钦天监中培养了一批满族、蒙古族等少数民族天文工作者，陆续在钦天监从事天文历法工作。满族的明图和蒙古族的明安图都是早期很有名的天文学家。

明图，康熙四十三年（1704 年）为钦天监灵台郎，后升为右监副，四十八年（1709 年）再升为监正，直到乾隆二年（1737 年）不见记载，估计是去世了。他担任监正将近 20 年间，经常亲率研究人员登天文台进行观测。雍正元年（1723 年）九月十三日凌晨，五官灵台郎柳里研等观察到南天有一颗彗星，色白，其体恍忽，尾有一尺多，指向西北方向。第二天夜明图便率一批满族和汉族天文官，上天文台用黄道仪观测，果然找到了这颗彗星。其形态与头天凌晨所见相近，也是色白，其体恍忽，但是“逆行西

南”，由于是用仪器观测，所以记录下发现时的具体位置：“申宫经度二十五度四十分，纬度六十八度五十三分，行至井宿内孙星。”他一连观测了十几天，都“详细测验，每日所行度分多少不等”。[①]在他领导钦天监期间是有成绩的。前面提到的重修《日躔表》、《月离表》等科研项目的提出和完成都与他有直接关系。

与明图同时代的明安图从康熙五十二年（1713年）进入钦天监从事天文学研究工作，到乾隆二十八年（1763年）“病革”整整工作了50年！他的工作职衔是时宪科五官正，主要负责历书的编算，每年一本，并且还要由汉文译成满文和蒙文，以便满、蒙民族的使用。此项翻译工作由“满洲、蒙古五官正司之”。[②]明安图当然要承担此项工作。在半个世纪中，中国政府的天文研究，他都参与了，有时是学术上的骨干或领导者之一，而且在晚年还承担了新疆地图测绘的领导工作。

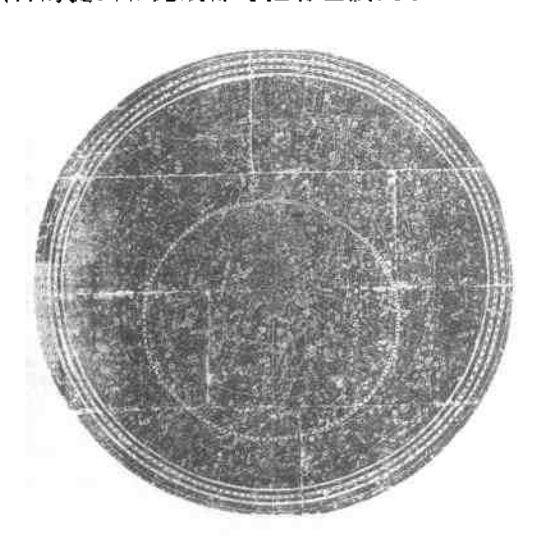


图 3.3.1.1 清蒙文石刻星图拓本

在内蒙古呼和浩特市五塔寺后照壁上有一幅石刻蒙文天图，可能与明安图有关。据研究该图署“钦天监绘制天文图”，年

① 雍正元年九月二十日钦天监题本。

② 《历代职官表》卷35。

代为乾隆二十六年(1761 年)前,恰是明安图在钦天监工作时期,据此推测,该图当由明安图绘制并译成蒙文,然后再上石。这是目前所知世界上最早的一幅石刻蒙文天文图,内容丰富。其上有 1500 多颗恒星,以北极为中心由 5 个同心圆组成,它们是恒显圈、夏至圈、赤道圈、冬至圈和恒隐圈。这些同心圆外还有黄道

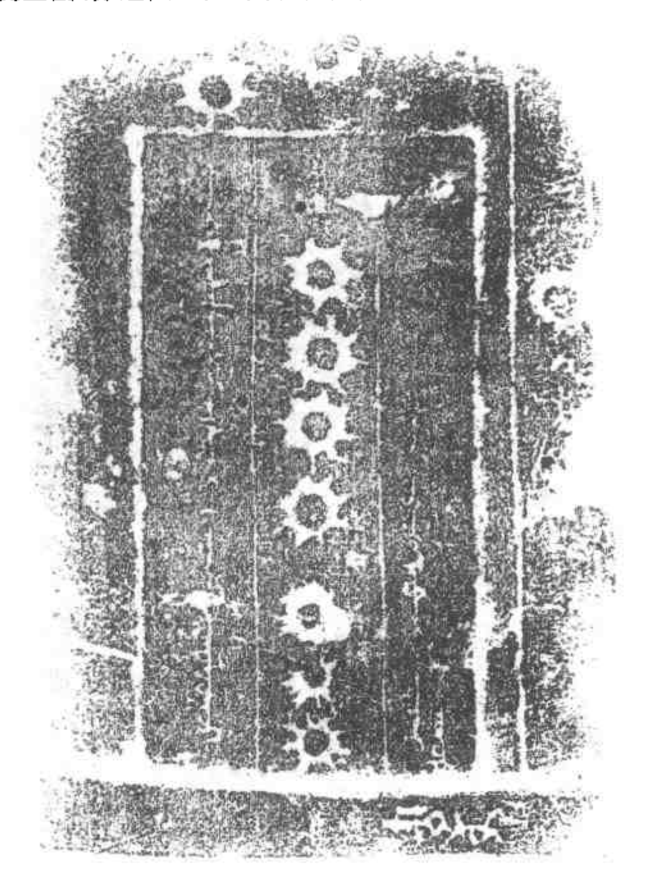


图 3.3.1.2

十二宫、二十四节气、二十八宿名称等，有二十八条直线从北极射出，一条扁圆形的黄道圈以及银河的图形。这是一幅典型的"盖天图"。上面的文字，除了度数用藏码外，其余全是蒙文。从绘图投影的角度来看，把赤道画成圆形，而把黄道画成扁圆合乎投影原理，这是新的思想。中国传统的画法则是两个相等而不同心的圆。星座的画法是中国传统的，而近南极部分是直接采用西方的，名称和连缀法都不相同。总共有 270 多个星座，连线外还有 420 颗左右的"新增星"，属于哪个星座基本上能分辨出来。图中二十八宿的排列按逆时针方向为序，与传统的顺时针排列有别。若从观测者所居位置来看，传统天文图是由球内向外观，而此图则是由外向内观[1]，实际是统一的。总之，这是一幅比较珍贵的天文图。

在钦天监工作的少数民族天文工作者很多，特别是满、蒙两族尤多，其中较为有名的还有马祜（又作马祐，满族），康熙初年担任过监正职务；敬徵（满族），道光间管理钦天监事务，曾负责主编《仪象考成续编》34 卷[2]，是为当时一部有较高水平的天文学著作，等等。

清代康熙时期还有一项与少数民族天文研究至关重要的工作，就是《康熙御制汉历大全》的编译。这是由清政府批准的项目，由 36 人组成工作班子，领衔的是奏蒙藏内府事御前侍卫拉锡（？～1734 年），蒙古族。此外有精通蒙文的蒙族喇嘛，蒙古珠尔海家，汉族天文学家（如何国宗等）以及钦天监五官正、博士和天文生等，阵容相当可观。研究的目的是要编译一部适合蒙古族地区需要的内容广泛的历法（主要是计算及原理）。原来打算以

---

① 李迪、盖山林、陆思贤：《呼和浩特市石刻蒙文天文图》，《中国古代天文文物论集》，425～451 页，文物出版社，1989。

② 《清史稿》卷 45，《时宪一》。

藏历为蓝本编译。经研究发现，藏历存在两个问题：其一没有地理位置的高低和日月出没时刻；其二缺少有关交食的计算。可是汉历不存在这两个问题，于是决定不采用藏历，而采用汉历。

在作出这个决定之后，便着手整理汉文历法著作。当时主要的参考书就是《西洋新法算书》，内容是西方的天文历法和与之相关的数学，是编写《时宪历》的理论依据。拉锡等便以此书为蓝本开展工作，实际上是在此基础上"重新用汉文编写"的。在书的序言中有："康熙五十年八月初八日，始译自汉文。"即 1711 年完成，第二年刊刻出版。这就是《康熙御制汉历大全》蒙文本。

全书分为 37 卷，目录如下：

序一卷，

日躔表一卷、月离表四卷。

土星表一卷，木星表一卷，火星表一卷，金星表一卷，水星表一卷，五纬表一卷。

交食表九卷。

(增)交食表序一卷，(增)交食表 42°一卷，(增)交食表 44°一卷，(增)交食表 46°一卷，(增)交食表 48°一卷，(增)交食表 50°一卷，(增)交食表 58°一卷，(增)交食表 62°一卷，(增)交食表 66°一卷。

天文步天歌一卷。

八线表二卷。

凌犯表一卷。

仪象表一卷。

新七政细草一卷。

交食细草一卷。

需要指出的是，这部书有几种不同的本子分藏在国内外，译名有很大的不同，内容和卷数也稍有差异，主要内容完全一样。原书

蒙文本有1500多页，相当于现在的3000多页。

书中除"天文步天歌"外，基本上全是表格。"天文步天歌"就是中国传统的"步天歌"，由"三垣"开始"步天"（认星），不包括近南极的星座，实际上居住在北纬三十七八度以北的蒙古族是看不见这些星座的，而且原来的"步天歌"就不包括这些星座。在表格中的9卷"交食表"是新增加的，

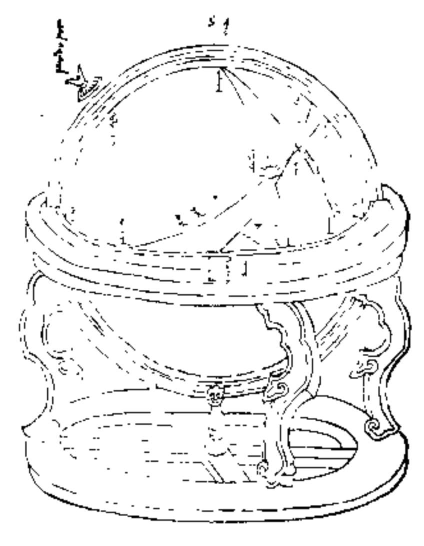


图3.3.1.3

开头的一卷带有说明所据原理的性质，并在天体仪上画出原理图形10幅进行解说（如图3.3.1.3）。"八线表"就是三角表，包括由0°到45°的每隔1′的正弦、正切、正割、余弦、余切和余割值，都到5位小数，没有校正数。[1]

这部蒙文本《康熙御制汉历大全》编译完成之后，很快就由祈布尊丹巴（1635～1723年）主持，由8位蒙、藏学者译成了藏文，并于康熙五十四年（1715年）刊印出版。这是最早的一部藏文《时宪历》刻本。到乾隆初年，雍和宫的一位精通藏文的蒙古族喇嘛将此书学通，创造了一套与《时轮历》运算方法糅合起来的方法，随即有人用藏文写下来，题为《汉历中以北京地

[1] 斯登等校注：《天文原物》（蒙文），920～1020页，内蒙古科学技术出版社，1990。

区为主之日月食推算法》，通称为《汉历心要》。在书的末尾有题记：此书“系华瑞马杨寺之数理学人索巴坚参，依精于此道之师尊口传，忠实于支那历算原文而意译。愿此法遍扬于大地！”因而此书就被称为《马杨寺汉历心要》。这部书只有60页，比原来藏译《康熙御制汉历大全》大大简化，在某些问题上也略有改进。

《马杨寺汉历心要》成为西藏传播和普及《时宪历》的祖本，以后在此书的基础上又用藏文编写了许多有关《时宪历》的著作，它们的作者分布在今西藏、青海、甘肃和内蒙古等地，可见其影响。《马杨寺汉历心要》的改编工作在推广普及方面成绩很大，但是“由于过分迁就《时轮历》的运算习惯”，也产生了一些缺点。[1]

与《时宪历》在藏族地区传播的同时，《时轮历》仍在行用。清代又有新编的时轮历著作，其中第司·桑吉嘉措(1653～1705年)所作的《白琉璃》一书，是一部有1000多页的巨著，其历元相当于公元1687年。还有一部达摩师利(1654～1718年)所作的《日光论》，历元相当于1714年。过了100多年，青海的绛巴桑热在此两书的基础上撰成《白琉璃、日光论两书精义，推算要诀，众种法王心髓》，为了简便起见，现在把它叫做《时轮历精要》，其历元为公元1827年。这部时轮历系在《马杨寺汉历心要》之后编成的，因此吸收了部分时宪历内容后而完全定型[2]，在藏族地区流传较广，直到现在还是研究藏历的主要参考书。

二、对回回天文学的研究

虽然清初在政府机构中已撤消了回回科，但是回历还在回

① 黄明信、陈久金：《藏传时宪历述略》，载《西藏研究》，1984(2)，58～84页。

② 黄明信、陈久金：《藏历的原理与实践》(藏、汉)，268～269页，民族出版社，1987。

族和其他信奉伊斯兰教各民族中不同程度地使用，特别是伊斯兰教的斋日都是根据回历确定的。因此，不断有人从不同角度进行研究，有时还吸收阿拉伯天文历法新内容。但是这方面的资料比较零散，以下只介绍几项比较孤立的事实。

清代在回族中出现了一些精通天文的学者，人们比较熟知的泉州回族科学家丁拱辰（1800～1875年?）除制造各种兵器和机械外，还研究过天文仪器，他"以意造为测晷验星之仪，颇能与古暗合"。[1] 还有一位云南的回族学者马德新（1794～1874年）也对天文学很有研究。非常有趣的是，他和丁拱辰都是元朝赛典赤·赡思丁的后裔，马德新是第二十一代，而丁拱辰是第十八代孙。马德新曾于1841年到1848年间去麦加朝圣，他到过不少西亚国家，进行参观游览，在土耳其的学术中心伊斯坦布尔学习了半年多。

马德新的著作非常丰富，翻译和著述达30多种，其中包括《寰宇述要》和《天方历源》两种天文历法著作，在其他某些著作中也涉及天文学内容。他是一位富于科学精神的人，在伊斯坦布尔时，其"研究科学，对天文学及仪器学有了相当的基础"，善于利用一些机会进行科学测验。例如，他在从麦加回国途中在新加坡停留期间，根据从前听说"新歌敷尔（新加坡）地近中线（赤道）乃南北（半球）间正中之线，平分地（球）为两半，其地北极（出地）与地平，南极亦然。[2] 昼夜如一，夏至昼不见长，冬至昼不见短，日在春分秋分"。在当地用"罗盘之间立一针"的方法对太阳影测验了一年，所得结果"皆属真实，与所遇符合"。不过新加坡不恰好位于赤道上，而是在北纬1°左右。用不很精密的仪器进行实

---

① 民国《福建通志》卷44，《艺术》引《亦园脞牍》。

② 这是指观测者站在地球赤道上观测南北两天极时视线与地平线平行。

测时，其误差不易显现出来。

《寰宇述要》系根据阿拉伯天文学著作和参考中国《大统历》而编成的，先后于 1862 年和 1868 年分别出版了汉文本和阿拉伯文本。在阿拉伯文本中又增加了不少新的内容，如以图形介绍了太阳黑子、土星光环、月球上的环形山以及银河系等西方近代天文学成果，书中还有关于太阳系等方面的知识，对日月食、月相等都有较正确的描述。《天方历源》一书介绍了一种新的回历排定法，规定八年三闰，120 年闰 45 日，书中还详细讨论了斋日的确定。[①] 由于这两种著作既传播了一些新的天文知识，又适合伊斯兰教的需要，所以在回族及其他民族中有深广的影响，中国的穆斯林把其作为重要参考资料。

在陕西西安还有一块阿拉伯文月碑在化觉寺内保存，主要是讲述伊斯兰教斋日的确定，类似的月碑在咸阳也有发现。化觉寺内还有一座石制日晷，目前基本完好。

西安化觉巷一回民家中收藏着一幅很珍贵的《昆仑图》，是一组详细的回回天文学解说图，全长 2.96 米，宽 1.03 米。图中的文字主要是阿拉伯文，夹杂着个别的波斯文。在图的左下方用汉文署“贾梦鳌写意”，据说贾梦鳌系咸丰（1851～1861 年）时西安化觉巷掌教。贾梦鳌的天文知识得益于马德新和钦天监官员，有可能受到《寰宇述要》影响。马德新曾在西安小皮院攻读过 4 年，同那里的清真教教长周良骏大阿訇深入学习和研究伊斯兰学问。[②]

《昆仑图》可分为上、中、下三部分，天文学内容丰富，既包括黄道十二宫、二十八宿的分布、日月五星的运动及其偏心运动、

①② 李晓岑：《云南回族学者马德新及其天文学成就》，《中国少数民族科技史研究》第五辑，74～81 页。

宇宙观念，也包括历法知识、日月交食的基本概念和在推算日食时必须考虑的视差概念等。图中还有与气候有关的内容。从知识来看，是伊斯兰天文学和中国传统天文学的融合；从点缀来看，这幅图具有伊斯兰天文学的特色。[①]

最近还找到一份《1335 年突厥斯坦历书》，副题是《中国穆斯林和欧洲、俄罗斯年月日的算法》。"突厥斯坦"是借用古代的地域名称，实指新疆，所用文字是古老的察合台文。回历 1335 年相当于公元 1916 年。由于这份历书系回历、公历和俄罗斯历的对照历书，故可称为三用历。当时维吾尔族行用回历。

这部只有 29 页的三用历包括回历月名和大小月的安排，闰年的推算和安排方法，曜日专名和推算方法，回历纪年及元旦日期的推算方法，晦朔弦望的安排方法，太阳入宫日期和宫分日的安排方法等项内容。由此可知回历的具体编排形式与方法，且与明代的《七政推步》有关。[②]

三、彝族天文历法

彝族的天文历法在清代又有新的发展，其标志是有了彝文文献。约在明末清初，出现了一部老彝文经典著作《宇宙人文论》，是彝族学者自己写的天文学专著。另一本用彝文写的《西南彝志》中也包括较多的天文学内容，其成书年代约在清初康熙、雍正间。此外，还有其他一些文献，往往也涉及天文问题。

彝族对宇宙的看法在上述两书中有充分的表达。他们把气作为宇宙万物的本源，用气来解释天地的产生："在天地产生之前，是大大的、空空虚虚的'无极'景象。先是一门起了变化，熏熏

① 陈久金、赛生发：《西安化觉巷回回尼仑图》，《中国少数民族科技史研究》第四辑，66～76 页。

② 陈久金、王渝生、陈鹰：《回历 1335 年维吾尔三用历书剖析》，《中国少数民族科技史研究》第一辑，89～95 页。

的清气，沉沉的浊气产生了。清浊二气相互接触，清气翻出青色，浊气翻出赤色。青赤二气成对如浮叶飘飘，又起变化，变成天线，地线，织天又织地，天地同时出现了。”[①] 就是天地是由青赤二气变成的天线地线织出来的。但是又说：“清的上升为天，浊的下降为地。”[②] 可以理解为青清之气上升织成天，赤浊之气下降织成地，这就把两段文字统一起来了。

在天地形成的时候就产生了太阳和月亮，并且和传说故事性的内容联系起来，“有一只鸟变成太阳的躯体，一只兽变成了月亮的根本，便产生了太阳和月亮”。[③] 彝族又认为“太阳为众精之精”，是天气；“月亮为太阳之象”，是地气。由于太阳和月亮的互相交合，就产生了千万种有生命的东西，“人类因之有了福禄”。

彝族人民把有天地看作有宇宙。“天产生来了，地出现来了，才有了宇宙”，并且描绘了一幅宇宙产生前的图景：“天地未产时，年份无所分，月令无所辨。在地上凡间，时而雾沉沉，时而雨濛濛，时而金晃晃。”“当太初之世，无清浊二气，无哎哺形象。”[④] 在宇宙产生之前，什么都没有，连清浊二气也不存在。

天球带着恒星每昼夜自西向东旋转一次，月亮圆缺一次并在恒星间每月自向西东移动一周，太阳在恒星间每年移动一周。这三种运动周期就形成了日、月、年三种时间。彝族人民想象星、月、日在恒星天、月亮天和太阳天三个天球上进行不同周期的运转运动，其动力则是由三个力大无比的塔伯推动的。[⑤]

---

① 《宇宙人文论》第二节。
② 《宇宙人文论》第二节。
③ 《宇宙人文论》第一节。
④ 《西南彝志选》汉文译本，395、397 页，贵州人民出版社，1982。
⑤ 陈久金、卢央、刘尧汉：《彝族天文学史》，269 页，云南人民出版社，1984。

清代彝族的历法可能比较复杂。历法的主要内容是年、月、日长度问题，为了在安排上使三者协调，历法家想了好多办法。在《宇宙人文论》和《西南彝志》中都有关于年月的安排，一年12个月，分为春、夏、秋、冬四季，每季3个月，一月30日，一天12时，一时有8刻。又说“高天的周围，三百六十度，又五度四分，一年就有了，三百六十日。”[①] 就是说一年有$365\frac{1}{4}$天，“三百六十日”是取整数。这就要用闰月来调整，3年或两年置一闰月。

在彝族另一些文献中有一年10个月，每个月36天的记载，特别是本世纪以来有关彝族历的调查多得出这样的结论。每年10个月，共360天，比实际少5天多。月不分大小，剩下的5天叫做“过年日”，不算在月里，放在年尾。这就是十月太阳历，据调查属于彝语支的民族如哈尼族、白族、苦聪人以及土家族等也都使用过这种历法。[②]

彝族也采用干支和十二属相记日。

有的彝族地区，月也有大有小，大月三十天，小月二十九天。

彝族历法的这种复杂现象，可能是有不同的来源，有的是本民族固有或长期使用的，有的则是在较晚的时候吸收汉族的历法。

彝族对于星星也有研究，把星叫“木基”，简称“基”，有无数个，对其中的少数取了名字，如房宿四叫“日略基”（豹眼星），等等。二十八宿在彝族天文学家和星占家中占有重要地位。木基也包括行星、彗星和流星，可见对彗星等也有一定认识。[③]

---

① 《西南彝志选》汉文译本，405页。

② 陈久金、卢央、刘尧汉：《彝族天文学史》，163～166页。

③ 罗家修：《古彝人的天文学》，《中国少数民族科技史研究》第四辑，54～65页。



图 3.3.1.4

四、傣族和其他氏族的天文历法

通过近来的研究，人们对傣族的历法已有较多的了解，特别是用傣文撰写的天文历法著作，给人们的研究提供了极为可靠的依据。目前已经搜集到的有关著作有《苏定》、《西坦》、《历法星卜要略》、《傣历年历》、《巴夏登滇》（汉名《精密年历》）、《苏力牙》等多种。一般都比较晚，其中最早的一本是《巴夏登滇》，是相当于 1804～1898 年的年历。傣历的纪元很早，起于公元 638 年 3 月 22 日，相当于唐太宗贞观十二年。但是否在早期真正使用这种历法，无法确定。清代使用是没有问题的。

傣族的天文历法知识比较丰富，下面作一简要介绍。

傣历为阴阳历，平年 12 个月，354 天；如果八月为大月，为 30 天，则该年为 355 天。岁首在六月，五月为年末。闰月都排在九月。傣族主要是根据气候把一年分为冷、旱、热、雨四季，或分

为冷、热、雨三季。傣历是按月亮的盈亏纪月的，一个盈亏周期为一个月。分为大小月：单月为大月，30天；双月为小月，29天。还有7天为一周的纪日法，和曜日、星期相当。傣历把一昼夜分为12个时段，且以正午、日入、夜半和日出分为4大段。还有一种分法是把一昼夜等分为60时度，但因每个月的昼、夜长短有变化，因此昼夜的时度也按月改变，如七月昼32时度，夜28时度，2月昼26时度，夜34时度，等等，三月昼最短为24时度，九月昼最长为36时度，其余的为两个月一样。干支纪时法在傣历中也占有重要地位。傣族吸收了汉族的十二生肖纪法，但各地不完全一致，有的与十二支相配，用来纪年，有的还用来纪月纪日，有的把"猪"改为"象"，把"龙"改为"蛟"或"大蛇"。

傣族对于天上的星星已有相当的认识，包括五大行星和少量恒星。他们通过自己的长期观测和受其他民族的影响而形成了黄道十二宫概念，傣语叫梅特、帕所普、梅贪、戛拉戛特、薪、汁、敦、帕吉克、塔奴、芒光、谷姆、冥，即白羊、金牛、双子、巨蟹、狮子、室女、天秤、天蝎、人马、摩羯、宝瓶、双鱼。傣族有二十七宿，而不是二十八宿，即将太阳所经天区的恒星划分为二十七个星座。在一份傣文历书上画的二十七宿星图，和其他民族所使用的宿名、数名等都不同。对于日、月食的观测有很好的记录。五大行星的恒星周期值除土星误差较大外，水星、金星与今测一致。火星、木星的误差都很小。火星所差不到一日，木星只有0.4日。傣族观察到的这些结果都很好，与他们有一套关于日、月、五大行星运行位置的推算方法有关。[1]

根据上述情况可以看出，傣族在天文历法方面有自身的许

---

① 张公瑾、陈久金：《傣历研究》，《中国天文学史文集》(二)，174～282页，科学出版社，1981。

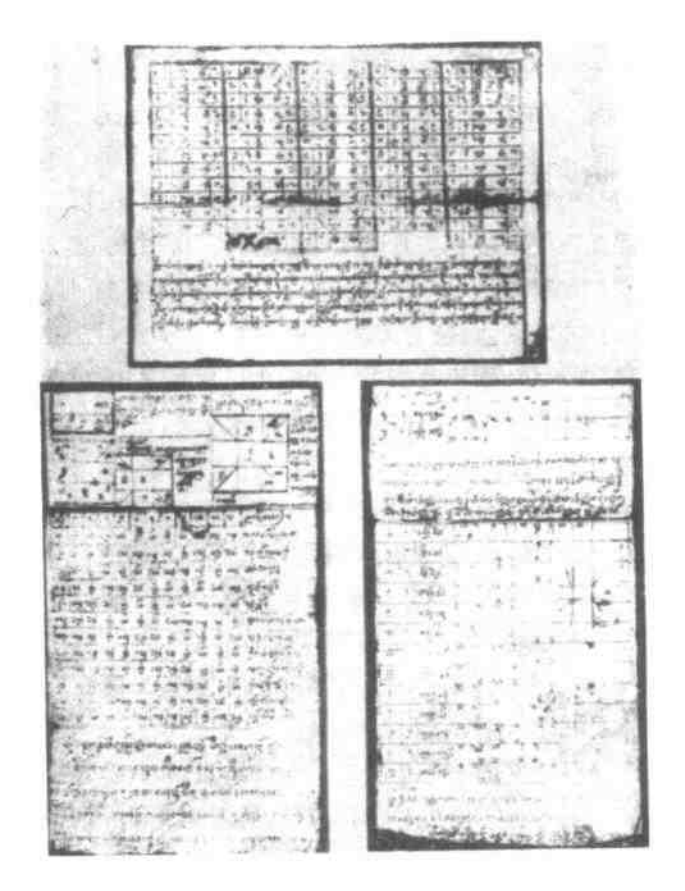


图 3.3.1.5　傣历(清代)图

多特点,也达到较高水平。

在云南,有的少数民族如勐海的布朗族所用历法与西双版纳傣族的情况几乎完全一致。

纳西族的东巴经是用象形文字记载的历史传说故事,其中也包括一些天文知识。东巴经认为宇宙万物是由金、木、水、火、

上五行变化出来的，而五行又是由上方的“佳音”和下方的“佳气”结合而来。纳西族的一年为12个月，每个月30天，一年360天，这是个概数。他们也用十二属相纪日纪月，兽名与汉族所用一样，鼠为岁首，猪为岁尾。还有一种以五行配十二属相组成的60个序数序为纪年的周期。[1]

每个民族差不多都有自己对天地的看法。前面提到的彝、傣、纳西等族都是，基诺族、哈尼族、拉祜族、佤族、鄂伦春族、黎族，等等，也是这样，而且看法各式各样。共同点是差不多都有个开天辟地时期，在这之前只有某一二种最原始的东西，往往是两种想象的东西相结合，从而产生了天地和万物。各民族基本上都是直观上把年、月的长度定为12个月，每个月30天。与气候有关的天文现象常有地区性。　　（李迪）

第二节　数　　学

本节介绍清代少数民族藏族、傣族、羌族及彝族的数学，以及少数民族数学家明安图、伯启、贵荣、知弥、都伦等的工作。

一、藏族的数学

藏族具有悠久的历史文化，他们对天文历算作出了不少贡献。藏族很早就有了自己的历法，到14世纪就出现了不少历算著作。17世纪以后，这方面的专著更多，比如《央恰算学》、《星算问答》(1624年)、《算学问答太阳之光》(东布顿珠旺杰著)等。公元1687年第司·桑吉嘉措所著的《白琉璃》是藏族历算的经典著作。18世纪藏文算学著作比较重要的有：《常用良瓶》(1732年)、《算学急需良瓶》(1734年)、《算学琉璃答问》(1753年)、《算

---

[1] 朱宝田、陈久金：《纳西族东巴经中的天文知识》，《中国天文学史文集》(二)，35～45页。

学知者珍宝》(1796年)等。内蒙古图书馆还藏有一本藏文的抄本《算学原理》,该书另有刊本。[①]

藏文的数码与早期的印度—阿拉伯数码非常相似。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

可见他们是用十进位制记数的。藏族人有一种计算工具沙盘算板,其形状前已述及,是在一长方形四框木盘,一端内加一横隔,横隔内装沙,隔下有孔。使用时让沙从孔中流入大盘,摊匀,用小木棍在上面计算。[②] 藏族的数码还在蒙族等北方少数民族中流传。

二、傣族的数学知识

傣族主要分布在云南省境内的西双版纳傣族自治州和德宏傣族景颇族自治州。傣族有自己的语言文字,也有少量傣文的算术书。不过,傣族有较好的历法,其中有较高水平的数学。傣历纪元始于公元638年3月22日。现在所能见到的最早傣历是中国历史博物馆收藏的《巴戛登滇》,记载着傣历1166年至1260年的年历(公元1804~1898年)。现存傣历方面比较重要的专著有《苏定》、《苏力牙》、《西坦》、《天文历算书》(原名《胡腊》)等,这些书都完成于清代。书中包括恒星观测、日月食和行星的观测与推算等丰富的内容,其中有关推算必然要用到大量的数学知识。如任一年元旦日纪元积日数推算公式,《苏定》所给式相当于

$$t=\frac{292207T+373}{800} \tag{1}$$

---

① 李迪:《中国数学史简编》,296页。

② 李迪:《中国数学史简编》,296、297页。

(其中 T 为傣历纪元年数,具体计算时 T 是已知的)。而《西坦》的公式是

$$t=\{T-\{T-[(T+1+4)\div 9]\div 3\}\div 2+49049+365.25875T\}\div 100000+1 \quad (2)$$

《苏力牙》和《西坦》关于火星的计算方法是

$$\begin{cases}(t-54)\div 687(\text{苏力牙}) & (3)\\ [(t-54)+(t+269166)\div 274134]\div 687(\text{西坦})\end{cases}$$

求出(3)式所得整数商的余数(弃去商)S_1,则火星所在位置由下式求出

$$\begin{cases}S_1\times 12\div 687 & (4)\\ S_2\times 30\div 687 & (5)\\ S_3\times 60\div 687 & (6)\end{cases}$$

其中 S_2 为(4)式的余数,S_3 为(5)式的余数,(6)式为分数。[1]

三、羌族及彝族的数学

羌族现主要分布在四川省的阿坝茂汶羌族自治县。因羌族没有自己的文字,其独特的民族文化保留较少,数学史料更难发掘。这里我们据西南民族学院周开瑞等的考察报告,对其有关数学知识作些介绍。[2]

羌族人也用十进位制计数,其记数用的符号及读音如下:

ı,	‖,	‖ı,	‖‖,	…,	‖‖‖ı	×,	××,	…
阿,	倪,	星,	止,	…,	顾,	阿脚,	倪脚,	…,阿克,阿朴,…
1,	2,	3,	4,	…,	9,	10,	20,	…,100,1000,…

羌人记数工具是石子、玉米或豆类,把它们放在器皿中,或刻木片记数,刻木的符号如上。

---

① 张公瑾、陈久金:《傣历研究》,《中国天文学史文集》(第二集),215、228页。

② 周开瑞:《羌族数学史初探》,《数学史研究文集》第一辑,17~23页。

羌人能进行整数加减运算。他们没有文字故无笔算，也没算筹或其他独特的计算工具。常用的工具就是石子。其方法是用小石子作个位，大石子作十位，计算时每位上的数字是几就用几个石子，分别在各位上进行加或减运算。他们还能在地上划一横线，线上方的石子以一当五，线下方的石子以一当一，很像珠算。

羌人还会用木棍与石子作乘法。

羌族人的计量单位比较粗糙。长度单位用“卡”、“步”、“排”、“绳”，分别代表成年人的“一拃”、“一步”、“一庹”及12庹。容积单位用石、斗、升，一羌石＝20羌斗，一羌斗＝20羌升，一升青稞约合2千克。时间单位则用一根香燃烧的时间计。

羌族的传统工艺美术挑花刺绣中有精美的几何图案，有些运用了中心对称与轴对称的原理。

羌族木匠有个口诀“一尺围圆三寸三”，相当于给出圆周率$\pi=3.03$。至于羌族人留下的水利工程、塔等建筑，其修建时必然要用到很多数学知识，可惜都没有留传下具体算法。

彝族虽然有文字，但由于解放前彝族一直处于奴隶社会，生产力低下，其数学知识发展十分缓慢，直到近代他们的数学知识仍然不高。①

彝族人同样采用先进的十进位制记数，他们能进行整数的加、减、乘运算，但没有负数概念。现流传下来有彝文的“九九表”，其排列顺序与古代汉族的九九表一致，从九九八十一开始到一一得一结束。从表的格式来看，彝人不自觉地运用了乘法交换律，因为他们的“九九表”只有主对角线上的一半。

① 以下内容据周开瑞《彝族数学史初考》一文（待发）整理。

彝族的多位数乘法格式与汉人不同，若做乘法 246×32，彝文的格式如右式所示。

$$\begin{array}{r} 2\,4\,6 \\ \times\,3\,2 \\ \hline 7\,3\,8 \\ +\quad 4\,9\,2 \\ \hline 7\,8\,7\,2 \end{array}$$

彝族人不会做一般的除法，只能用试乘和减法粗略地解决一些简单的除法问题。若求 750÷55＝？他们要先用 55×10＝550，小于 750，减之，余 200。再试乘 55×3＝165，小于 200，而 200－165＝35，已小于除数，该除法就算结束了，其算式为 750－55×10－55×3＝35（余数），商 10＋3＝13。

彝族的债主在计算利息问题比较高明。他们用逐年递加的方式计算本利，其计算方法相当于数列 $a_k = ma_{k-2} + a_{k-1}$ （7）（其中 a_k 为 k 个单位时间后应还的本息，m 在具体问题中为一定值。）

例如：债主借出一只母鸡，他假设每季度母鸡孵出 10 只小雏鸡，小雏鸡两季度后同原母鸡，则将按下序列收回母鸡数：

季度（k）	1	2	3	4	5……
收回母鸡数（a_k）	1	11	21	131	341……

即　　$a_k = 10a_{k-2} + a_{k-1}$　（k＝3，4，5……）

彝族的计量单位与羌族一样，比较粗糙，也没有几何方面的应用题记载。

四、 蒙古族数学家明安图

明安图，字静庵，蒙古正白旗（今内蒙古锡林郭勒盟正镶白旗）人。他大约生活在康熙、雍正、乾隆时代（约 1692～1763 年）。明安图“自童年亲受数学于圣祖仁皇帝”[1]，约在公元 1710 年被选入钦天监做官学生，曾与梅瑴成等一起参加了《律历渊

---

① 明安图：《割圜密率捷法》序，道光己亥（1839）孟秋石梁岑氏校刊本。

源》的编纂工作。雍正元年（1723年）任钦天监五官正，乾隆二十四年（1759年）晋升钦天监监正，相当于今天的天文台台长。他还于1751年被提名为翻译科的进士，又在乾隆二十一年（1756年）和二十四年（1759年）两次负责测绘新疆西部的地图。

明安图终生供职于钦天监，自幼就跟随康熙帝学习数学，受过良好的基础训练。他参加编纂《律历渊源》时，从杜德美处得知三个圆函数的无穷级数展开式。但“杜氏三术”传入时只有结果，明安图“惜仅有其法而未详其义，恐人有金针不度之疑”，决心自己来完成这一工作。经过30余年的努力钻研，写成《割圆密率捷法》一书初稿。他病危时，嘱咐其子明新，命弟子陈际新续成该书。在陈氏等人的努力下，于1774年完成，又历经一些曲折，直到1839年才刊布于世，共4卷。《割圆密率捷法》一书为中算史上最重要的经典著作之一，已有人将其注释并改为现代汉文。



图 3.3.2.1

明安图在《割圆密率捷法》（以下简称《捷法》）中，以传统数学的方法为基础，在前人工作的基础上，创立割圆连比例法，不仅证明了杜氏三术，还获得并证明了六个新的无穷级数，被后人合称为“杜氏九术”，实际其中含有“明氏六术”。明安图的

工作对清代中晚期的重要数学家董祐诚、项名达、戴煦、徐有壬、夏鸾翔等都有影响，一时人们对研究割圆术产生了浓厚的兴趣，150 余年连续不断，已形成了一个具有独特风格的学派——"明安图学派"。[1] 下面简述明氏《捷法》的主要成就。

1）"杜氏三术"与"明氏六术"。明安图在《捷法》中用割圆连比例法证明了下面九式，开中算用级数方法研究此类问题之先河。

① 圜径求周

$$\pi=3\left(1+\frac{1^2}{4\cdot 3!}+\frac{1^2\cdot 3^2}{4^2\cdot 5!}+\frac{1^2\cdot 3^2\cdot 5^2}{4^3\cdot 7!}+\cdots\cdots\right) \tag{8}$$

② 弧背求正弦

$$\frac{c}{2}=r\sin\alpha=a-\frac{a^3}{3!\,r^2}+\frac{a^5}{5!\,r^4}-\frac{a^7}{7!\,r^6}+\cdots\cdots \tag{9}$$

③ 弧背求正矢

$$b=r\mathrm{Vers}\alpha=\frac{a^2}{2!\,r}-\frac{a^4}{4!\,r^3}+\frac{a^6}{6!\,r^5}-\frac{a^8}{8!\,r^7}+\cdots\cdots \tag{10}$$

④ 弧背求通弦

$$c=2r\sin\alpha=2a-\frac{(2a)^3}{4\cdot 3!\,r^2}+\frac{(2a)^5}{4^2\cdot 5!\,r^4}-\frac{(2a)^7}{4^3\cdot 7!\,r^6}+\cdots\cdots \tag{11}$$

⑤ 弧背求矢

$$b=r\mathrm{Vers}\alpha=\frac{(2a)^2}{4\cdot 2!\,r}-\frac{(2a)^4}{4^2\cdot 4!\,r^3}+\frac{(2a)^6}{4^3\cdot 6!\,r^5}-\frac{(2a)^8}{4^4\cdot 8!\,r^7}+\cdots\cdots \tag{12}$$

⑥ 通弦求弧背

$$2a=c+\frac{1^2\cdot c^3}{4\cdot 3!\,r^2}+\frac{1^2\cdot 3^2\cdot c^5}{4^2\cdot 5!\,r^4}+\frac{1^2\cdot 3^2\cdot 5^2\cdot c^7}{4^3\cdot 7!\,r^6}+\cdots\cdots \tag{13}$$

---

[1] 罗见今：《明安图公式辨正》，载《内蒙古师大学报》（自然版），1988(1)，42～48 页。

⑦ 正弦求弧背

$$a = r\sin\alpha + \frac{1^2 \cdot (r\sin\alpha)^3}{3!\,r^2} + \frac{1^2 \cdot 3^2 \cdot (r\sin\alpha)^5}{5!\,r^4} + \cdots\cdots \qquad (14)$$

⑧ 正矢求弧背

$$a^2 = 2r^2\mathrm{Vers}\alpha + \frac{2 \cdot 1^2(2r\mathrm{Vers}\alpha)^2}{4!} + \frac{2 \cdot 1^2 \cdot 2^2(2r\mathrm{Vers}\alpha)^3}{6!} + \cdots\cdots \qquad (15)$$

⑨ 矢求弧背

$$(2a)^2 = (8b)r + \frac{2 \cdot 1^2(8b)^2}{4 \cdot 4!} + \frac{2 \cdot 1^2 \cdot 2^2(8b)^3}{4^2 \cdot 6!\,r} + \cdots\cdots \qquad (16)$$

2）创立卡塔兰数。[①] 所谓卡塔兰数是指在组合数学中，满足公式

$$C_n = \frac{1}{n}\binom{2n-2}{n-1}(n \geqslant 1) \qquad (17)$$

的数，其中 $C_1=1, C_2=1, C_3=2, C_4=5, C_5=14, C_6=42, C_7=132$ ……其母函数为

$$\frac{1}{2}(1-\sqrt{1-4x}) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n x^n \left(|x| < \frac{1}{4}\right)。 \qquad (18)$$

此数为欧拉(L. Euler)和卡塔兰(E. Catalan)分别在 1758 年和 1838 年获得。数学史上称之为卡塔兰数(Catalan numbers)。

明安图在《捷法》卷三“分弧通弦率数求全弧通弦率数法解(共八解)”中给出八个公式，其中用到了 C_n，并用了大量篇幅对此进行讨论。他不仅获得了卡塔兰数，而且还推出了一些有关的递推公式，包括：

$$C_{n+1} = \sum_{k \geqslant 0}(-1)^k \binom{n-k}{k+1} C_{n-k} (C_1 = 1, n \geqslant 1) \qquad (19)$$

$$M_{n+1} = \left(2\sum_{k=1}^{n-1} M_k + M_n\right) M_n \qquad (20)$$

① 罗见今:《明安图是卡塔兰数的首创者》,载《内蒙古大学学报》(自然版)，1988(2),239～245 页。

其中 $M_1=(1)$,$M_2=(0,1)$,$M_3=(0,0,2,1)$,$M_4=(0,0,0,4,6,6,4,1)$……对(20)所给出的序列 $M_1,M_2,\cdots,M_n$ 求和,省去项数大于 n 的项,即得卡塔兰数序列,记为 MC_n:

$$MC_n=(1,1,2,5,14,42,132,429,\cdots,C_n)$$

(20)式除了明安图的原证外,至今尚无人论及。

明安图创卡塔兰数的方法独辟蹊径,其年代当然不能以《捷法》刊行年代来定。他在18世纪30～40年代,至迟不晚于50年代前期已作出上述贡献,早于欧拉和卡塔兰等的工作。他是世界数学史上最早获得卡塔兰数的数学家,其方法也异于西方,为现代的研究提供有参考价值的思想。

3) 求平方根的无穷逼近法。明安图在中算史上最先用无穷级数和卡塔兰数逼近平方根。其方法是在圆上构造一个勾股形,令弦 $c=2x$,勾 $a=x^2$,求股 b。由 $c-b=\frac{a}{c+b}$ 以 c 代替 b 有 $r_1=\frac{a^2}{2c}<c-b$　　(r_1 叫做初商)

类似地 $r_2=\frac{{r_1}^2}{2c}$　(r_2 叫次商)

$$r_n=(2\sum_{n=1}^{n=2}r_k+r_{n-1})r_{n-1}/2c \tag{21}$$

他证明了

$$c-b=\sum_{n=1}^{\infty}r_n \tag{22}$$

从而

$$b=c-\frac{a^2}{2c}-\frac{a^4}{8c^3}-\sum_{n=3}^{\infty}r_n \tag{23}$$

而

$$\sum_{n=1}^{\infty}r_n=\sum_{n=1}^{\infty}C_nx^{2n+1}/4^{2n-1} \tag{24}$$

于是他得到

$$b=\sqrt{c^2-a^2}=2x-\sum_{n=1}^{\infty}C_nx^{2n+1}/4^{2n-1} \tag{25}$$

(25)实质上就是用无穷级数及卡塔兰数来逼近平方根。[①]

4) 无穷级数的运算。明安图在《捷法》中大量使用无穷级数展开式,从而在计算时遇到了无穷级数的运算问题。

书中正确地解决了有关无穷级数的加、减、数乘、项乘以及无穷级数的自乘,两无穷级数相乘等问题。不过,明氏并没有记录下这些运算的推演过程。

《捷法》卷三中有处要计算 y_{10}^2,其中

$$y_{10}=a_0x+\sum_{n=1}^{\infty}a_nx^{2n+1}/4^{2n-1}$$

因 $$y_{10}^2=(a_0x)^2+2\sum_{n=1}^{\infty}a_0a_nx^{2n+2}/4^{2n-1}+(\sum_{n=1}^{\infty}a_nx^{2n+1}/4^{2n-1})^2$$

显然,他必须解决末项无穷级数自乘的问题。有人摹拟明氏的思想推出了该无穷级数自乘的排序方阵,所得结果与明氏的式子:

$$y_{10}^2=b_0x^2+\sum_{n=1}^{\infty}b_nx^{2n+2}/4^{2n-1} \tag{26}$$

式中 $b_0=a_0^2$,$b_1=2a_0a_1$,当 $n\geqslant2$ 时

$$b_n=2a_0a_n+\sum_{k=1}^{n}4a_{n-k}a_k \tag{27}$$

完全吻合。[②]从而认为明氏已经攻克无穷级数自乘的难关。明安图在求 y_{10} 的过程中又解决了两无穷级数相乘的问题。

分析学中处理此类问题是由柯西(A. Canchy,1789~1857年)解决的。明安图的此项工作无疑具有十分重要的地位。

综上所述,明安图不愧为中算史上乃至世界数学史上的大数学家。

---

① 罗见今:《论明安图的数学贡献》,第五届中国科技史国际会议论文,1988。

② 罗见今:《明安图计算无穷级数的方法分析》,载《自然科学史研究》,1990(3),202~206 页。

五、满族数学家伯启[①]

伯启(一作博启),满族,满洲正白旗人。其生卒年代不详,大约生活在清朝乾隆年间,官至钦天监监副。他"幼入算学,酷好勾股,历经三十余年,粗通其意",于乾隆四十八年(1783年)秋完成了他的数学专著《勾股形内容三事和较》。

《勾股形内容三事和较》一书未刊,过去人们一直认为已经失传,其实北京图书馆现藏有道光元年(1821年)姚元之的抄本。

所谓"勾股形内容三事"是指"勾股形内之中垂线,圆径、方边三线也"。[②] 该书不分卷,由下面8个部分组成:总论(包括总图,方边中垂线合图说,圆径中垂线合图说,方边圆径合图说,三事和较全图说),解略篇四则,等积形说八图,六十题总目,前法十,中法三十八,后法十二,绘图分数。

伯启《勾股形内容三事和较》前后连贯,逻辑严密。他首先在"总图"中给出了勾、股、弦中垂线、内容圆直径、内容方边等基本概念。其次,以这些概念为基础,直观地证明了"方边中垂线合图说","圆径中垂线合图说","方边圆径合图说"及"三事和较全图说"四个相当于四条基本定理的"图说"。然后,又在"解略篇"中对后面将要用到的概念的简称作了详细说明,证明了"等积形说八图"的8个等式,相当于8条定理。若设中垂线为L,方边为H,圆径为D,则伯启所给的8条定理是

$$①\ L(D-H)=H(L-D)=\frac{1}{2}(L-H)D \tag{28}$$

此式意为定理1:圆径方边较乘中垂线,中垂线圆径较乘方边,半方边中垂线较乘圆径,三形等积。以下各式同样可表述为定

① 本部分采自那日苏"对伯启《勾股形内容三事和较》之研究",硕士学位论文(内蒙古师范大学),1985。

② 伯启:《勾股形内容三事和较》序。

理，文字从略。

② $(D-H)H=\frac{1}{2}(L-H)[H-(D-H)]$ (29)

③ $H\cdot D=L[H-(D-H)]$ (30)

④ $H\cdot L=\frac{1}{2}(H+L)D$ (31)

⑤ $(D-H)\cdot(L-H)=H[(L-D)-(D-H)]$ (32)

⑥ $D(D-H)=(L-D)[H-(D-H)]$ (33)

⑦ $D[(L-D)-(D-H)]=2(D-H)(L-D)$ (34)

⑧ $(L-D)(H+L)=L(L-H)$ (35)

最后进入“六十题总目”的具体解题过程，其解题过程是统一的。步骤为(a)由“等积形说八图”的等式得一直观图及一方程，(b)由题设及直观图推出另一方程，(c)联立二方程，(d)解方程得三事或三事和或较，从而推出三事，(e)由三事求出勾、股、弦。现举一例：

“有方边，有圆径与中垂线之较，问勾、股、弦。答曰：二数相乘如甲乙丙丁形，甲丁为方边，甲乙为圆中较。易作庚乙戊己长方积庚，其乙阔为方圆较，其庚己长为中长，以原二数相加为长阔较，开之。”

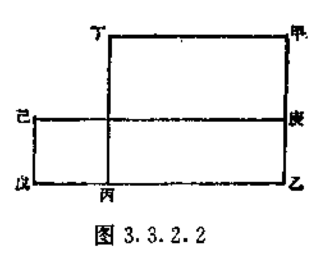


图 3.3.2.2

解：(a)由(28)式得一方程

$L(D-H)=H(L-D)$

(b)把已知二数作和，有

$H+(L-D)=L-(D-H)$[其中 H 与(L−D)为已知]。

(c)联立二方程

$$\begin{cases}L\cdot(D-H)=H(L-D) & (1)\\ L-(D-H)=H+(L-D) & (2)\end{cases}$$

(d)解方程得 D－H

$$=\frac{1}{2}\sqrt{[H+(L-D)]^2+4H(L-D)}-[H-(L-D)] \quad (36)$$

(36)式右边每项均为已知,可设(36)右边为 M,则

D－H＝M,或 D＝M＋H,

再由(2)及(36)得 L＝H＋(L－D)＋M。到此“三事”都已求得。

(e)由“三事”求勾、股、弦。由

$$\begin{cases} D=A+B-C & (1) \\ L=\dfrac{A\cdot B}{C} & (2)(\text{A、B、C 分别为勾、股、弦}) \\ H=\dfrac{A\cdot B}{A+B} & (3) \end{cases}$$

解方程组得

$$C=\frac{H\cdot D}{L-H} \quad (37)$$

$$A=\frac{1}{2}\left[\left(D+\frac{H\cdot D}{L-H}\right)-\sqrt{\frac{H\cdot D}{L-H}\left(\frac{H\cdot D}{L-H}-2L\right)}\right] \quad (38)$$

$$B=\frac{1}{2}\left[D+\frac{H\cdot D}{L-H}+\sqrt{\frac{H\cdot D}{L-H}\left(\frac{H\cdot D}{L-H}-2L\right)}\right] \quad (39)$$

书中其余各题与该例解法是一致的,第五步由三事求勾、股、弦,伯启认为很容易,故一般都被省略。

《勾股形内容三事和较》解题的整个过程都是建立在严格的逻辑推理基础之上,并将几何与代数结合起来,已形成了一个完整的演绎系统,包含着公理法思想,使我国传统数学向西方的公理法迈进了一大步。由于这些特点,伯启及其《勾股形内容三事和较》在中国数学思想发展史上应有一定的位置。

六、晚清数学家贵荣

贵荣是生活在 19 世纪中后期的少数民族数学家,其具体族别与生卒年代不详。他与李善兰(同文馆教席)一同在同文馆任

教，贵荣任副教席。贵荣与同事席淦（副教席）共同主编了《算学课艺》四卷，李善兰审阅，美籍教席丁韪良作序。全书有算题 209 题，其中贵荣一人就解答了 33 题。他所解答的算题包括平面几何（证明与计算题皆有）、代数、平面三角、球面三角、级数等领域。另有关于引力、浮力、杠杆等力学方面的应用题，且具有一定的深度，足见其有良好的数学修养。下面略举数例：

例 1：中垂线乘弦等于圆径乘半和，试作图明其理。

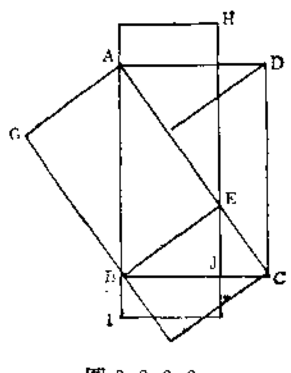


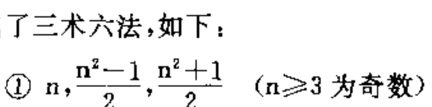
图 3.3.2.3

贵荣的证明思路是，先通过面积割补证明矩形 GC 与矩形 BD 面积相等。再由内切圆径 BJ 与勾股形 ABC 三边和之半的乘积即矩形 FH 的面积与矩形 BD 相等。最后等量代换得证命题，逻辑严密。

例 2：造勾股最简之法若何？

此题是要求整勾股数的，贵荣给出了三术六法，如下：

① $n, \frac{n^2-1}{2}, \frac{n^2+1}{2}$　（$n \geqslant 3$ 为奇数）



② $n, \left(\frac{n}{2}\right)^2-1, \left(\frac{n}{2}\right)^2+1$　（n 为偶数）

③ $2n+1, 2n(n+1), 2n(2n+1)+1$

④ $2n+2, n(n+2), n(n+2)+2$

⑤ $2n(n+4), (n+4)^2-n^2, (n+4)^2+n^2$

⑥ $3n, 4n, 5n$

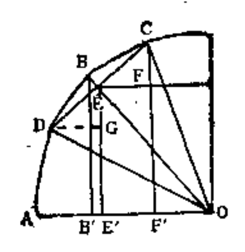


图 3.3.2.4

例 3：有大小二弧之正弦、余弦，求其

和弧较弧之正弦、余弦。

即已知 $\sin\alpha$、$\sin\beta$、$\cos\alpha$、$\cos\beta$，求 $\sin(\alpha\pm\beta)$ 及 $\cos(\alpha\pm\beta)$。$(\alpha>\beta)$

如图 3.3.2.4 中 $\overset{\frown}{AB}>\overset{\frown}{BC}$，在 $\overset{\frown}{AB}$ 上截取 $\overset{\frown}{BD}=\overset{\frown}{BC}$，贵荣首先证明：$\triangle CEF\backsim\triangle OEE'\backsim\triangle OBB'$，从而得：

$$\frac{OB}{BB'}=\frac{OE}{EE'},\ \frac{OB}{OB'}=\frac{CE}{CF}$$

得

$$EE'=\frac{BB'\cdot OE}{OB},\ CF=\frac{OB'\cdot CE}{OB},$$

$EE'\pm CF$ 即为 $\sin(\alpha\pm\beta)$，同理可得 $\cos(\alpha\pm\beta)$。

例 4：贵荣用待定系数法求得：

$$(a+x)^{\frac{1}{2}}=\sqrt{a}+\frac{x}{2\cdot\sqrt{a}}+\frac{x^2}{2\cdot 4(\sqrt{a})^3}+\frac{x^3}{2\cdot 4\cdot 6(\sqrt{a})^5}+\cdots\cdots$$

七、少数民族数学家知弥

知弥是晚清的一位少数民族数学家，目前尚不详其生卒年代与族别。他的《一次不定方程解法》于 1876 年完成，该书虽然篇幅不大(约 7000 字)，却是我国数学史上迄今为止所知道的关于整数论中一次不定方程的第一部系统专著。[1]

《一次不定方程解法》由“自序”、“十个问题”、“附录”及“数学外集”4 个部分组成。

知弥在序中首先给出不定方程的定义，已与现代不定方程的定义一致。并指出不定方程有无穷多组解。

---

[1] 那日苏：《对知弥〈一次不定方程解法〉之研究》，《中国少数民族科技史研究》第一辑，52—62 页。

知弥在十题的“式一”中，讨论了不定方程整数解的存在性及整数解的结构，其认识与今天对二元一次不定方程有关问题的处理方法是完全相同的。若用符号表示相当于给出了：

设方程 $ax+by=c$ (40)

若 a、b 有公约数 d，而 d=c，则方程(40)无整数解。

若方程(40)有整数解。设 x'，y' 为一组整数解，则

$$ax'+by'=c \tag{41}$$

(40)－(41)得 $a(x-x')+b(y-y')=0$

命 $x-x'=-bt, y-y'=at$

则得方程(40)的一般解为 $x=x'-bt, y=y'+at$。若求(40)的整数解，取 t 为整数即可。

知弥求方程(40)的特解的方法与今天常用的欧几里得辗转相除法异曲同工。

对方程(40)，不妨设 $|a|>|b|$，两边同除以 b

$$\frac{a}{b}x+y=\frac{c}{b},$$

整理得 $kx+y+\frac{r}{b}x=\frac{c}{b}$ （$a=k\cdot b+r$，k 为整数，$r<|b|$）

或

$$kx+y=\frac{c-rx}{b} \tag{42}$$

(42)式左边为整数，则右边必为整数，取一整数 α[其中 α 满足 $\alpha\cdot r\equiv 1(\mathrm{mod}\,|b|)$，不难证明 α 是存在的]，用 α 乘以右边得：

$$\frac{\alpha\cdot c-\alpha\cdot rx}{b}=k_1-k_2x+\frac{r_1-x}{b}$$

（其中 $\alpha\cdot c=k_1b+r_1$；$\alpha\cdot r=k_2\cdot b+1$）显然，$\frac{r_1-x}{b}$ 必为整数，设为 β，得 $x=r_1-b\beta$ (43)

代入(40)得 $y=\frac{c-ar_1}{b}+a\cdot\beta$ (44)

(43)、(44)即为方程(40)的一组特解。

知弥还用三元一次不定方程组得出同余式组

$x\equiv1(\mathrm{mod}2)$；$x\equiv2(\mathrm{mod}3)$；$x\equiv3(\mathrm{mod}4)$的最小正整数解为11。

知弥与《一次不定方程解法》在中算史上当有一席之地。

八、都伦与《贻笑大方算草》

都伦是清末蒙古族科学家，字敦甫，东北嫩江人。于光绪年间著《贻笑大方算草》(又名《少广章初编》)一卷，有1906年刊本。

都伦开篇明义道："少广者，开方也。开方以面积求边积，有实无法，学之匪易。学者每梗于难，虽数月之辛勤，辄作中止，良可慨也。余不揣简陋，依法创得开平方表三页，开立方表十二页。依表开方，颇觉简易，聊作初学者之捷径，惟望。"① 都伦为简化开平方与开立方的步骤，编了3页开平方表，12页开立方表，查表开方，方便易行。3个开平方表叫根幂表、廉隅共幂尾加表、攒廉幂表(表略)。下面举例说明查表开方的方法。

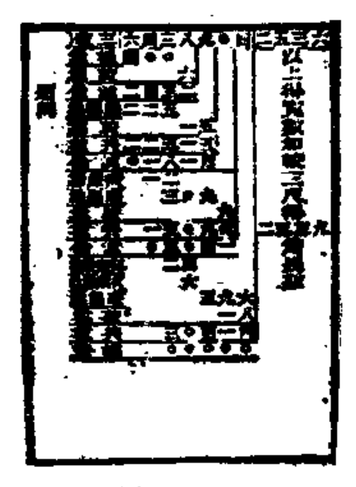


图3.3.2.5

如求964324的平方根。先在6，3，4上各点一点，表示位数。查根幂表，得初商为9，用96减去81，余15，整个余数则为154324。

① 转引自李汶忠《中国蒙古族科学技术简编》上的书影，43页，科学出版社，1990。

再查尾加表，其第9行第8格为1504(0)(0可不计)与1543接近，得根的第二位数为8。用1543减去1504，余数为3924。查攒廉幂表第9行第2格36(0)与尾加表第8行第2格324(0)，两数错位相加得3924，与余数相减恰尽。故根的第三位数为2。求得根为982。

书中另有一算式，其含义相当于求解一方程 $x(x+3)=6438904$。解得

$x=2536$。

这实际已是开带似平方了。 （王荣彬）

第三节 物理学与化学

清代至民初，少数民族对物理学与化学也颇有研究。本节主要介绍康熙帝、博明、丁拱辰、萨本栋、萨本铁等的贡献，还有与化学、物理有关系的挤压打火器和"葫芦飞雷"。

康熙帝(1654～1722年)是中国历史上显赫的君王。在他统治时期，国家繁荣昌盛，科学文化兴旺发达。康熙不仅支持科学文化事业，而且积极参与科学研究。他精通汉语、满文，对天文、历算、物理等自然科学颇有研究。在物理方面①，康熙计算了水流量；讨论了声速的测定和用声源测距离的问题；对光的折射、反射现象也有认识。关于地磁偏角及其测定方法，康熙有精彩的论述；他较早地注意到地磁极在地球上的位置不是固定的，而是经常在变化。此外，他还多次组织、支持了两次物理学实验。第一次是1669～1673年间，支持比利时传教士南怀仁制造6架天文仪器；还有一次是指使梅瑴成等人测定32种物质的比重及其

① 李迪、刘凤荣：《康熙帝对物理学的研究》，载《物理学史》，1990(2)，17～20页。

他研究等。

博明[1]，字希哲，又字晰斋，博尔济吉特氏。其族别有蒙古族[2]、满族[3]二说。但从其姓氏来看应为成吉思汗的后裔。18世纪30年代左右，博明出生于官宦之家。因家实殷富，从小受到良好教育。1752年进士，改庶吉士，参与修订《续文献通考》，1756年主广东试，累官洗马，外任云南迤西道，降兵部员外郎。于1788～1789年间去世。

博明博学多识，著有《凤城琐录》1卷，《西斋偶得》3卷，《西斋诗辑遗》（又名《西斋诗》）3卷等著作。其中《西斋偶得》涉及较多光学内容：有五色相宣之理；近、远视眼的成因及矫正方法；小孔成像等。

对于五色相宣之理，博明说："五色相宣之理，以相反而相成，如白之与黑，朱之与绿，黄之与蓝，乃天地间自然之对，待深则俱深，浅则俱浅，相杂而间色生矣。"他在这里指出了颜色中存在3个相反的"自然之对"，并认识到由它们可以相杂产生间色。这一思想与现代颉颃理论相符，在时间上比西方早近一个世纪。

对负后现象，博明也有正确认识。他说："今试注目于白，久之目光为白所眩，则转目而成黑晕。注朱则成绿晕，注黄则成蓝晕，错而愈彰，蔽蔽文章之所由成。"

在《西斋偶得》卷下"目理"条，博明对造成近视眼的原因论述道："人生至十六七岁以后，肾气耗减，其瞳内之精气不能绽

---

[1] 主要参考王锦光、李胜兰：《博明和他的光学知识》，载《自然科学史研究》第6卷，1987(4)，376～382页。

[2] 金启孮：《丰富多彩的清代蒙古文化》，《蒙古史研究论文集》，221页，中国社会科学出版社，1984；《蒙古族简史》，311页，内蒙古人民出版社，1986；《中国大百科全书民族卷》，288页，中国大百科全书出版社，1986。

[3] 王锦光、李胜兰：出处同①；张之洞：《八旗文经》；巴噜特恩华：《八旗艺文编目》；李放等：《八旗画录》；李濬之：《清画家诗史》。

足。日视近(如读书作精巧艺事类),则目光为近物所聚,其圆体微尖,尖则本体小,外照之度亦小,于是视物形较大且逾远逾大,故视近物明,视远处散漫而不明。"对远视眼的成因,他也从眼球凹凸功能失调给出了说明。他还认识到近、远视与年龄、遗传、疾病等有关。

对小孔成像,博明不仅认识到所成之像为倒像,还特别指出墙板的厚薄与成像的关系。他说:"其妙理则在墙板之厚薄及墙与壁相距之远近。盖板薄则光甚,厚则光小。若数寸之板,指大小孔,必不能成光,以其不能四面掩映耳。至墙与壁及塔,皆须适合其尺寸,可以算法得之。"

从以上几点来看,博明对光学的一些问题颇有研究,并有自己的独到见解。

丁拱辰(1800～1875年),又名君轸,字淑原,号星南,回族。他是赛典赤·瞻思丁的后裔。1800年,他出生于福建省泉州府晋江县陈埭乡岸兜村一个小商人之家。初入私塾,后因家贫中途辍学。17岁时开始经商,奔波于浙东、广东。31岁时搭外国轮船出海谋生,先后到过菲律宾的吕宋诸岛、伊朗和阿拉伯等地。每到一地,丁拱辰都注意考察船制炮式,咨访寻求精于制作者,搜集有关兵器、轮船的资料。1840年回国,时值鸦片战争爆发,丁拱辰"虽处草泽之中,常怀报国之志",毅然弃商,致力于火炮、火箭等研究。1841年,把其研究成果汇集成《演炮图说》4卷,自费刊刻。不久,他在《演炮图说》的基础上继续研究,先后著有《演炮图说辑要》4卷(1843年);《演炮图说后编》2卷(1851年)。1861年又著成《西洋军火图编》6卷。

丁拱辰对火器的研究在清军中影响极大。当时另一军事科学家丁守存在《演炮图说辑要》序中说:"条分缕析,盖然大备。其

于炮式则博而核，其于算学则简而赅，其于重法则精而详。"[1] 李鸿章评价道："中国制炮之书，以汤若望《则克录》及近人丁拱辰《演炮图说》为最详，皆无浮光掠影、附会臆度之谈，而世皆奉为秘本。"[2]

丁拱辰的著作内容非常丰富，这里仅讨论有关的物理内容和火药的配制。

丁拱辰之前，清军火炮发射命中率很低。丁拱辰研究后发现，主要原因是火炮的中线与放炮者的目线不平行。为了解决这一问题，他提出了使用加表之法，以使"尺寸相对，目线相切，合于度数"。[3] 所加之表，有的铸在炮身上，有的在炮身上铸一小孔，用时再加。为了提高命中率，丁拱辰还研究了炮靶之距、弹发高低、弹坠范围三者之间的关系。当发射角一定时，他总结了炮靶之距与弹坠范围之间的关系：20 丈，1 尺；30 丈，2 尺 5 寸；60 丈，8 尺；80 丈，1 丈 2 尺；100 丈，1 丈 9 尺……200 丈，9 丈～10 丈。在此基础上再通过加高补垫改变发射角，就能准确地摧坚破锐。

对于射程与发射角之间的关系，丁拱辰有正确的认识。他说："凡演炮仰放，高自二十四度，至四十五度止，为极远。四十六度，则弹子转近，若再加高又再渐近。"[4]

火药的配制。炮弹、火箭的发射离不开发射剂——火药。它的配方、加工过程不同，配制出来的药力也就有区别。当时流行的配方是"造火药一百斤，用净硝七十五斤，硫磺十二斤半，杉炭

① 丁拱辰：《演炮图说辑要》序。
② 孙毓棠：《中国近代工业史资料》第一辑上册，261 页，科学出版社，1957。
③ 丁拱辰：《演炮图说辑要》卷 2，《演炮加表考》。
④ 丁拱辰：《演炮图说辑要》卷 2，《用象限仪测量演炮高低法》。

十二斤半或用柳炭加好泉水”。[1]这样配制的火药威力不及西方的大，影响射程。丁拱辰介绍了一种新配方：“火药一百斤，提净牙硝七十六斤，硫磺一十一斤，麻杆炭一十二斤，葫芦匏壳炭半斤，汾酒二十斤、顶好大水片（谓之大梅片）二两，上好雄犀角二两。”[2]经较繁杂的工序后，制造出的火药“其力可与夷药匹敌”。对火箭发射剂，丁拱辰给出了另一配方：纯硝 56.67%，硫 8.33%，杉炭 35%。[3]

萨本栋，蒙古族，物理学家、教育家。福建闽侯人。诞生于1902 年 7 月。高中就读于榕城三牧坊学堂（现福州一中），毕业后，考入清华学校。1921 年赴美国斯坦福大学留学，1924 年获学士学位。后转入麻省伍斯特工学院，翌年得工程师学位。1925 年转习物理，1927 年取得博士学位。1928 年回国任清华大学物理系教授。1936 年去美担任俄亥俄大学客座教授，抗战前夕回国，任厦门大学首任校长。1944 年应美国之邀，再度去美，任麻省理工学院和斯坦福大学客座教授。次年秋回国，任中央研究院总干事、物理研究所代理所长。1949 年 1 月 31 日，病逝于美国加里福尼亚大学，享年 46 岁。[4]

萨本栋在电路、电机工程、各种真空管的性质和效能方面造诣很深。[5]在电学上，他创立了双矢量法的新理论，提出了“亚栋定理”，并先后在美国出版了《双矢量电路分析》（1939 年）、《交流电机基础》（1946 年）。这些著作出版后，引起了学术界的极大反响，其中《交流电机基础》被誉为“物理学巨著”。

---

①② 丁拱辰：《演炮图说辑要》卷 3，《精制火药法》。

③ 丁拱辰：《演炮图说后编》卷 1。

④ 沈云龙主编：《中国近代学人像传》，328～330 页，文海出版社。

⑤ 张子文：《著名物理学家萨本栋教授》，载《内蒙师大学报》“科学史增刊”，1989(1)，83 页。

萨本栋一生勤于著述，除上述著作外，他先后编著了《大学普通物理学》（上、下册，1933年）、《普通物理实验》（1935年）、《实用微积分》（1944年）、《交流电路》（1948年）等，发表学术论文20多篇。仅清华大学《理科报告甲种》就刊有他《具有直线特性的三极真空管放大器之运用》等7篇文章（到1935年，其中一篇与严晙合作）。[1]他所编著的《大学普通物理学》、《普通物理实验》、《实用微积分》是我国最早自编的高等物理和高等数学教材。此外，萨本栋还编订了《物理学名词》，为中文物理学名词的标准化、规范化作出了贡献。

萨本栋是我国物理学会的创始人和领导人之一。1932年8月，中国物理学会成立时，他被推选为会计和当然评议员，1933年8月，他与李书华、叶企孙、严济慈等人被选为物理学会负责人。此后历任副理事长（1946～1947年），学报委员会委员（1942年始），名词审查委员会总干事（1946～1949年）等职。他对中国物理学会的创建和发展作出了较大贡献。

萨本铁，字必得，蒙古族，1900年出生于福建闽侯。我国现代化学的奠基人之一，著名的有机化学专家。萨本铁早年留学美国威斯康辛大学，与著名科普作家高士其同学。1926年获博士学位。回国后，在清华大学化学系任教授。

萨本铁主要致力于有机化合物的定性和定量分析。他研究过桔类果品，并对中国食物所含维生素丙进行过测定，系统鉴定了各类有机化合物所用的药剂[2]，合成了α—氨基噻唑和氯代噻唑等各种酯，还找出了关于乙内酰脲及其衍生物的制备的两种

---

[1] 严济慈：《二十年来中国物理学之进展》，《中国科学二十年》，53页，科学出版社，1973。

[2] 曾昭抡：《二十年来中国化学之进展》，《中国科学二十年》，90～91页，科学出版社，1973。

新方法。[①]

萨本铁为我国有机化合物的定性和定量分析作出了贡献。

挤压打火器。挤压打火器是景颇族的创造发明。其发明时间尚不清楚，估计相当久远。有一具陈列在中国历史博物馆原始社会厅。据调查解放前夕仍在使用。[②]

它的制造方法是：找一根绝热性能较好的木头，在它的中轴凿一直径 5 毫米左右，深度与木头长差不多的不透孔，然后把木头挤进黄牛角里。再另找一直径约等于中轴不透孔直径的木头作推杆，在推杆的后端做一柱状帽，以便推击（如图 3.3.3.1）。取火的方法是，先把艾绒系在推杆的前端，然后插入不透孔，迅速推击，随后拨出推杆，用口吹已点燃的艾绒，就有火苗。

挤压打火器所依据的原理是热力学第一定律。取火的过程就是一绝热过程。我们知道在绝热过程中成立绝热方程：

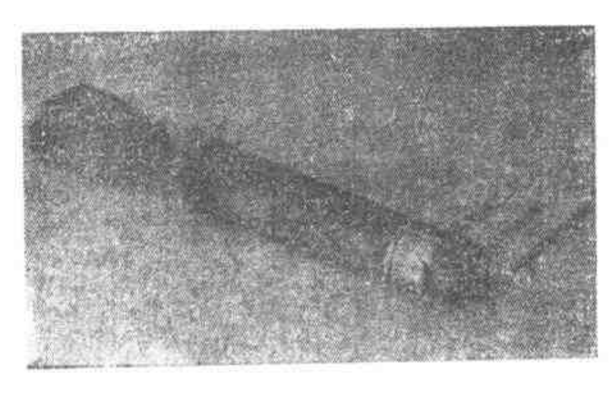


图 3.3.3.1 挤压打火器

① 汪猷主编：《五十年来的中国有机化学》，《中国化学五十年》，61 页，科学出版社，1985。

② 郭建荣、郭颖：《景颇族取火器》，载《中国科技史料》第 6 卷，1985(3)，34～35 页。

$$TV^{r-1}=\text{常数}$$

(T 为温度,V 为绝热系统中所密封的空气体积,r 为常数)用推杆迅速推击,突然减小了不透孔内空气的体积 V,温度 T 就会骤然升高,从而达到使易燃的艾绒着火。

由于挤压打火器体积小、携带方便、操作简单,在相当长的一段时期深得景颇族人民的青睐。

葫芦飞雷。葫芦飞雷是 18 世纪云南哀牢山彝族独创的一种火药武器,其原理类似现代的手榴弹。[①] 它的制造方法是:把火药、铅块、铁矿石、铁锅碎片等具有杀伤力的物体,放入掏空的干葫芦里,然后从葫芦颈插入导火线——火草(如图 3.3.3.2)。根据葫芦的种类不同,葫芦飞雷分为兜抛短颈葫芦飞雷和长颈葫芦飞雷。使用时,先点燃火草,当火草快燃及火药时抛出,于是发生爆炸,导致葫芦中的物体飞溅,从而起到杀伤的作用。

葫芦飞雷在 19 世纪中叶彝族起义军反清斗争中发挥了很

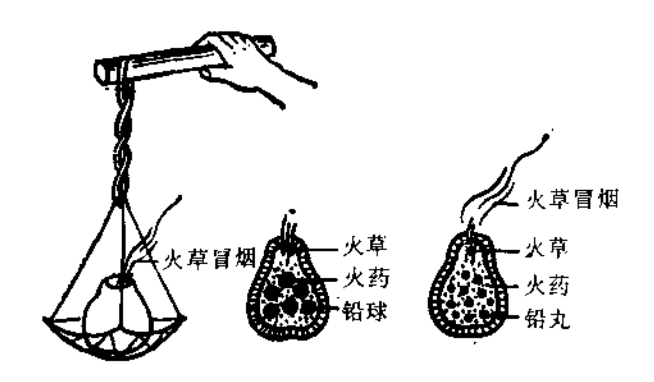


图 3.3.3.2　兜抛短颈葫芦飞雷

① 刘尧汉:《彝族的火器　"葫芦飞雷"》,《中国古代科技成就》,699～705页,中国青年出版社,1978。

大作用。

胡芦飞雷是现代手榴弹的前身,在兵器史上占有一定地位。

(徐义保)

第四节 地 理 学

清代各民族人民在地理学方面的工作很多,成绩很大,下面分几个方面简述一下他们的主要成就。

一、地理考察

清代少数民族在地理考察方面颇有成绩,有些工作是属于清政府的大型科研项目,不过内容比较单一。这方面有两项工作值得较详细地予以介绍。一项是关于江河发源地的考察,一项是对东北长白山和沿图们江、鸭绿江的考察。

康熙五十九年(1720年),康熙帝在与大臣的一次谈话中提到:"朕于地理自幼留心,凡古今山川名号,无论边徼遐荒,必详考图籍,广询方言,务得其正,故遣使臣至昆仑西番诸处。凡大江、黄河、黑水、金沙、澜沧诸水发源之地,皆目击详求,载入舆图。"[1] 康熙帝的这个设想是否都实施了,没有详细记载,至少对黄河发源地的考察确实进行了并取得了很好的成果。此项地理考察研究工作是由满族的舒兰(1653~1720年)和蒙古族的拉锡(? ~1734年)负责进行的。

康熙四十三年(1704年)四月四日,拉锡和舒兰由北京启程,五月十三日到达青海,六月初七到星宿海之东,九日抵星宿海,开始对河源的考察。他们这次考察有较详细的记录,有关河源一带的地理、气候和动物等都包括在内。对河源一带地理的描述:"山最高者,在东北者,曰乌兰杜石。在西南者,曰布胡珠而

① 章梫:《康熙政要》卷18,《圣训》。

黑。在南者，曰古儿班吐而哈，其诸泉曰噶尔马唐。在西者，曰巴尔布哈，其泉曰噶尔马除穆朗。在北（者），曰阿克塔因凄奇，其诸泉曰噶尔马沁尼。此三山之泉，流为三支，即所称古儿班索而嘛也。三河东流入于扎陵，自扎陵流入于鄂陵，自鄂陵流出，是为黄河也。自三河外，他山之泉，与平地之泉，流为小河者，不可胜数，皆入于黄河。”[①] 其中“古儿班”，蒙古语意为“三条”，“索而嘛”蒙古语是黄河最上游段之意，“古儿班索而嘛”即为对黄河上游三源的蒙古语称呼的译音。[②] 舒兰等所说的南、西、北三支小河分别为现在的卡日曲、约古宗列曲、扎曲，都汇入扎陵湖，再入鄂陵湖，由此流出即为黄河。他们把考察的结果绘成一幅地图《星宿海河源图》，现还藏于北京故宫明清档案馆。此图在扎陵湖之西绘有三条支河，中间的一条最长，虽无文字说明其用意，然以理推之，可能表示黄河之正源。这是本次考察的最主要成果。

舒兰和拉锡对黄河源一带的气候的了解和记述也很重要。他们出发时康熙帝曾谕之曰：“黄河之源……从无人到。尔等务须穷河源，明白察视。其河流于雪山自何处流入雪山边内，凡经流等处宜详阅之。至若其地瘴气甚厉，可进则进，不可则止，不可泥旨强进。”他们到河源地区没有遇到瘴气，而发现了高山反应，并有明确记载：“自京师至星宿海共七千六百余里，宁夏之西有松山至星宿海，天气渐低，地势渐高，人气闭塞，故多喘息，非瘴气也。”[③] 排除了瘴气的存在。对当地的气候情况还有进一步描述：“昆仑高入云表，弥望蔓草无际。风甚厉，人马行其上，栗烈不

① 戴名世：《戴南山集》卷11，《穷河源记》。

② 冯立升：《清代满族地理探险家舒兰》，《中国少数民族科技史研究》第五辑，100～108页。

③ 舒兰：《河源记》，载《小方壶斋舆地丛钞》第四帙

胜吹。未几，辄有死者。”[①]这很可能是有关河源地区气候的最早记载。

舒兰和拉锡在考察中还注意到河源地区的野生动物，“自呼呼诺尔至星宿海，产野牛、野骡、豹、猞狸、狲、盘羊、鹿、麂、小黄羊、羱羊、獐、獭、獾、狐等兽”，而在鄂陵、扎鄂二湖“中皆产那胡、布哈二鱼”。他们发现当地“贫无食者于星宿海旁，取那胡、布哈二鱼自给”[②]；并描述了这两种鱼的形态：“身圆而无鳞，腹阔，头尾皆尖削；其色黄，其口齐，身有黑点，长二三寸至四五尺。口小者，土番名‘那胡’；口大者，名曰‘布哈’。”[③]“那胡”和“布哈”均为藏语。那胡鱼可能是极边扁咽齿鱼(Platypharogoton extremnus，俗名小嘴鱼)；布哈鱼可能是花斑裸鲤(Gymmocypris eckoni，俗称大嘴鱼)。[④] 这两种鱼，目前在青海湖中还有相当丰富的藏量。

通过上述情况，可以初步看到：拉锡与舒兰对黄河源的考察，获得了很好的结果。

过了差不多 80 年，乾隆帝于 1782 年又命满族的阿弥达(又名阿必达)“诣西宁祭河神，再穷河源”。他回来后上报说找到了真正的河源，并也绘有地图一幅上报。乾隆帝则命四库馆臣纪昀(1724～1805 年)、陆锡熊(1734～1792 年)等编《河源记略》36 卷，以“识其事”。但这次考察的实际水平远不如拉锡和舒兰的工作。[⑤]

由于满族兴起于东北，因此统治者很关心那个地区，特别是

---

①②③ 戴名世：《戴南山集》卷 11，《穷河源记》。

④ 冯立升：《清代满族地理探险家舒兰》，《中国少数民族科技史研究》，100～108 页。

⑤ 李迪：《蒙古族拉锡的科学工作》，《中国少数民族科技史研究》第五辑，109～114 页。

长白山被看做满族的发祥地，对其怀有特殊的感情。康熙帝注意到："长白山系本朝发祥之地，今乃无确知之人"，于是在康熙十六年（1677 年）命觉罗武默讷、费耀色、塞护礼和索鼐四人"瞻礼长白山"。[①] 他们一班人于六月十七日到达了长白山顶峰，对长白山和天池有非常精彩的记述："……十七日，云雾迷漫，不知山在何处，因向鹤鸣处寻路而行。适遇路蹊，由此前进，直至长白山脚下。见一处，周围林密，中央平坦而圆，有草无木，前面有水。其林离住札处半里方尽。有白桦木宛如栽植，香木丛生，黄花灿烂。"再往前走就到了山顶峰，"中间有平坦胜地，如筑成台基。遥望山形长阔，近观地势颇圆。所见片片白光，皆冰雪也。山高约有百里，山顶有池。有五峰围绕，临水而立。碧水澄清，波纹荡漾，殊为可观。池畔无草木。臣等所立山峰，去池水约五十余丈。地周围宽阔，约有三四十里。池北岸有立熊一，望之甚小。其绕池诸峰，势若倾颓，颇骇瞻视。正南一峰，较诸峰稍低，宛然如门。池水不流，山间处处有水"，成为松花江等的源头。[②] 那个"碧水澄清，波纹荡漾"的山巅大水池就是有名的天池。这是目前所知，最早一次对长白山和天池的实地考察，主要是由满族人士完成的。

康熙五十年（1711 年），康熙帝又组织人员考察鸭绿江和图们江之间、实际为长白山一带的地理情况，由"部员二人"和"打牲乌喇总管穆克登同往"。[③] "打牲乌喇"的故址在今吉林省吉林市北乌喇街，是当时吉林省治所所在地。穆克登当为满族。这次考察仅到长白山界，"因路远水大，故未能至所指之地"，于是康熙帝便"著于来春解冻之时"再去考察。[④]至于第二年是否确去考察，结果怎样，都有待于进一步搜集史料进行研究。

---

① 《清史稿》卷 283，《觉罗武默讷》。

② 余金：《熙朝新语》卷 7。

③ ④ 章梫：《康熙政要》卷 18，《圣训》。

二、地图测绘

在清代的地图测绘工作中，少数民族做出了很大的贡献。在本编第二章第三节中，我们曾从清朝政府的大型科研项目的角度，讲述了康熙和乾隆时期的地图测绘工作，但对于参与此工作的少数民族人员并未详细介绍。这里将较详细地予以介绍和对另外某些工作也略加涉及，明安图的测绘工作将作为重点介绍。

康熙间的地图测绘有满族、蒙古族、藏族等少数民族参加，并做出了自己的贡献。康熙帝于1711年命当时驻藏大臣派人绘制西藏地图。因此图不理想，于是又重新派遣理蕃院主事胜住(可能是满族)和两名在钦天监学习数学的藏族喇嘛楚克沁藏布和兰木占巴去西藏进行测绘，并于康熙五十六年(1717年)完成。原来计划他们从西宁出发，经拉萨到冈底斯山和恒河源“测量地形，逾河源……一山一水悉如图志”。[①] 实际上，可能没有到达恒河源。不过，珠穆朗玛峰之上地图，即由此次测绘开始。

在其他各地的测绘工作中基本上都有少数民族参加，知道名字的有照海、那海、贡额、索柱等[②]，他们可能大都为满族，也许有蒙古族。

乾隆前期的两次新疆地图测绘工作，明安图起了主要作用。乾隆二十年(1755年)，由于新疆北部的战乱已平息，于是乾隆帝决定派测量队入疆，完成康熙未完成的事业，旨谕说：“侍郎何国宗，素谙测量，著加尚书衔，带同五官正明安图、司务那海，前往(西陲)各处，测其北极高度，东西偏度，绘图呈览。”[③] 何国宗为领队，蒙古族的明安图为主力队员，那海为满族。另一记载说

---

① 《大清一统志》卷1044。

② 冯立升：《少数民族在我国古代测绘上的贡献》，《中国少数民族科技史研究》第三辑，75～84页。

③ 《清高宗朝实录》卷485。

何国宗"同五官正明安图，副都统富德，带西洋人二名"。[1] 富德是一满族将军，当时在新疆，其任务与那海一样，是保护测量队的安全。两名西洋人中，一名是法国人蒋友仁(Michel Benoist，1715～1774 年)，另一名大概是葡萄牙人高慎思(J. D. Espinha)。[2] 测量队是第二年二三月间才动身去新疆，乾隆二十二年(1757 年)一月回到北京。

这次新疆地图测绘工作由巴里坤(今新疆维吾尔自治区巴里坤哈萨克族自治县城关镇)开始往西分南、北两路：南路一队越托东岭，进入吐鲁番盆地；北路一队沿天山山麓，奔伊犁。明安图在哪一路，尚难断定，但是他肯定是与何国宗分开、独当一面。两名西洋人也应分配到南、北队各一名。主要的测绘点有博罗塔拉(今博罗县)、斋尔(今清河县东北)、哈布塔克(即哈布山)、拜塔克(即拜山)、鲁克沁、吐鲁番、乌沙克塔勒(即今乌什塔拉)、哈拉沙尔和库车等处。在乾隆二十二年(1757 年)十月由钦天监编订的乾隆二十三年(1758 年)《时宪历》中收入了这些测量点的二十四节气时刻和太阳出入时刻、北极出地高度、东西偏度等项，"以昭中外一统之盛"。

但是这次测绘工作仅限于新疆东北部，因南疆的战乱还未停止。到乾隆二十四年(1759 年)战事完全停止，清军控制了整个南疆，呈现和平，于是乾隆帝便于此年五月第二次派测量队去南疆进行测绘。这次测量的总负责人不是何国宗，而是明安图，还有两名西洋人，一是高慎思，一是葡萄牙人傅作霖(F. de Rocha，1713～1781 年)。二等侍卫什长乌林太和乾清门行走蓝翎侍卫德保，也都是这支测量队的成员，他们很可能都是满族，

---

[1] 《清朝文献通考》卷 256，《象纬一》。

[2] 李迪：《蒙古族科学家明安图》，22～23 页，内蒙古人民出版社，1978。

大约是负责保卫工作的。

第二次新疆测量的内容与第一次相同，据记载："按天山南路，惟辟展属，归隶版籍，自哈拉沙尔以西迄于叶尔羌、和阗（即今和田），新疆内附诸境，命使测量，一如准部。诸回部咸有城郭可凭、各就治所起数，尤称准的云。"①"按北极高度，（东西）偏度分，及昼夜时刻，午正日景（影），皆就新疆各属地形高下，测量而得"，而不是"托诸虚空"的结果。

这次测量工作，连行程在内大约用了将近一年的时间，于乾隆二十五年（1760 年）三四月间，明安图率队回到了北京。总共到 26 个地点进行了测量，都在当时被称为回部的南疆和现在属于前苏联中亚的一些地点。这些地点及它们位置列表如下：

各回部居处地方北极高度东西偏度表

地名	北极高度			东西偏度				加减分			
	度	分	秒		度	分	秒		度	分	秒
布古尔	41	44	00	西偏	32	07	00	减	2	08	28
库车	41	37	00	西偏	33	37	00	减	2	14	08
克里雅	37	00	00	西偏	33	33	00	减	2	14	12
赛哩木	41	41	00	西偏	34	40	00	减	2	18	40
玉龙哈什	33	52	00	西偏	35	37	00	减	2	22	28
和阗	37	00	00	西偏	35	52	00	减	2	23	28
哈喇哈什	37	10	00	西偏	36	14	00	减	2	24	56
阿克苏	41	09	00	西偏	37	15	00	减	2	29	00
三珠	36	58	00	西偏	37	47	00	减	2	31	08

① 《钦定皇舆西域图志》卷 1，《晷度二》。

续上表

地　名	北极高度			东西偏度				加减分			
	度	分	秒		度	分	秒		度	分	秒
乌　什	41	06	00	西偏	38	27	00	减	2	33	48
巴尔楚克	38	15	00	西偏	39	35	00	减	2	28	20
叶尔羌	38	19	00	西偏	40	10	00	减	2	40	40
英吉沙尔	38	47	00	西偏	41	50	00	减	2	47	20
喀什噶尔	39	25	00	西偏	42	25	00	减	2	49	20
色哷库勒	37	48	00	西偏	42	24	00	减	2	49	36
喀楚特	37	11	00	西偏	42	32	00	减	2	50	08
鄂　什	40	19	00	西偏	42	50	00	减	2	51	20
博罗尔	37	00	00	西偏	43	38	00	减	2	54	32
巴达克山	36	23	00	西偏	43	50	00	减	2	55	20
布噜特①	41	28	00	西偏	44	35	00	减	2	58	20
什克南	36	47	00	西偏	44	46	00	减	2	59	04
斡　罕	38	00	00	西偏	45	09	00	减	3	00	36
鄂尔善	36	48	00	西偏	45	26	00	减	3	01	44
纳木干	41	38	00	西偏	45	40	00	减	3	02	40
霍　罕	41	23	00	西偏	45	56	00	减	3	03	44
塔什干	43	03	00	西偏	47	43	00	减	3	10	52

由表可知测量范围相当广大，当时明安图已是 60～70 岁的

① 安集延与布噜特，同属一地。数据全同，伊里齐与和阗也全同，故未列入。实为 28 处。

老人，整年跋涉在外，通过自己和其他人员的共同艰苦劳动，最终完成了全国地图测绘这项重大科研任务。

有人说："图成以后，又复命明安图前往新疆各地"，实地重新测量校正。[①] 这件事是不存在的，因为自乾隆二十五年(1760年)五月初一一直到二十八年(1763年)十月十一月间"病革"为止他都在钦天监以监正身份履行职责，几乎每个月都有明安图署名的题本，有些年的某月有好几份。[②] 表明他没有离开过北京。

清代完整的全国大地图是在明安图等人测量的基础上完成的。乾隆二十六年(1761年)编写的《萝图荟萃》[③] 中还记载了一些显然与少数民族科学研究有关的地图，它们是：

《清[④] 汉字坤舆图》2份4张，

《噶斯哈密伊犁回部等处图》3张，

《哈密至乌鲁木齐道里图》1张，

《伊犁回部等处图》1张。

在明清档案馆里保存着不少用满文或满汉两种文字标注的世界地图或全国地图，现就所知列举如下几幅：

1. 《东半球西半球坤舆图》2轴，彩纸，满文，大小为1.50米×1.50米。康熙年代。

2. 《皇朝舆地全图》1册，包括内地十五省及东北各地方，内地用汉文，边外用满文。

3. 《全球坤舆图》2轴，彩纸，满文，大小为1.51米×1.51米。

4. 《全球坤舆图》2幅，彩绘，中国本部为汉文，其余全为满

---

① 卢良志：《中国地图学史》，187页，测绘出版社，1984。

② 李迪：《蒙古族科学家明安图》，52～58页。

③ 一部目录书，现藏故宫明清档案馆。

④ 清字即满文。

文。分东西两半球，相当准确，每幅 1.52 米×1.53 米。从国界看应为嘉庆以前绘制的。[①]

以上的满文地图均无署名，可以说都是皇家绘制的。此外，还有许多小范围或专用地图，有满文《西宁至达赖喇嘛地方图》一幅，彩绘绢本，也无署名。有一些为少数民族绘制，从署名可以看出。例如富克绘制有《新疆地舆全图》，福宁安有彩绘满文《伊犁回部等处图》4 册。《陕西兴安府地图》一幅，大小 0.28 米×0.46 米，系舒兴阿于咸丰二年(1852 年)三月绘呈，彩绘纸本。舒兴阿还有一幅同样大小的《陕西商州地图》，也是彩绘纸本。两图均藏故宫博物院。[②] 清末的萨荫图可能是蒙古族，他编绘了三幅地图，一是《蒙古哲里木盟十旗全图》，有光绪三十二年(1906 年)色印本；二是《哈尔滨一带全图》，有光绪三十三年(1907 年)印本；三是《松花江流域全图》，也有同年印本。[③]

三、在地理志方面的工作

清代少数民族在地理志方面的工作是值得称道的，特别是在边疆地理领域的贡献尤多，出现了一些地理志学家和一些重要的地理志著作。

据《清史稿》记载[④]，由少数民族学者编撰或主修的地理志约 40 种，大体可分为 3 种类型，第一种是全国性的；第二种是地方志；第三种是游记性的著作。其中第二种类型的地理书占绝大多数。由于记载中未指出作者的族别，只能根据名字判断是少数民族，其中多为满族，其次为蒙古族，还有少数其他民族。主要的著作有《热河志》80 卷(和珅等奉敕撰)、《盛京通志》120 卷(阿桂等奉敕撰)、《湖广通志》120 卷(迈柱等修)、《湖南通志》228 卷

---

① 以上资料系明清档案馆所提供，谨致谢意。

②③ 邓衍林：《中国边疆图籍录》，165、142、119、112 页，商务印书馆，1958。

④ 《清史稿》卷 146，《艺文二》。

(巴哈布等修)、《湖南通志》315卷(裕禄等修)、《山西通志》230卷(觉罗石麟等修)、《甘肃通志》100卷(长庚等修)、《广西通志》280卷(吉庆等修)、《云南通志》30卷(鄂尔泰等修)、《贵州通志》46卷(鄂尔泰等修)、《吉林通志》122卷(长顺等修)、《承德府志》60卷(海忠修)、《松江府志》40卷(博润修)、《凤翔府志》12卷(达灵阿修)、《遵义府志》48卷(郑珍、莫友芝同撰)等。莫友芝(1811～1871年)是贵州布衣族藏书家和学者[1],同时还是地理志作者,除《遵义府志》外还有他与甘绍盘同撰的《上元江宁县志》30卷。

上述的记载甚多缺漏,特别是有关边疆地理志方面,十不及一。这些边疆地理著作涉及的地区基本上集中在新疆、西藏、东北和内蒙古,有关云南、贵州等地的不多。现列举若干如下:

《新疆识略》12卷,首1卷,松筠等撰。

《伊犁总统事略》16卷,松筠撰。

《随缘载笔》5卷,松筠撰。

《西域闻见录》8卷,七十一(椿园)撰。

《三州辑略》9卷,和英撰。所谓"三州"系指新疆的哈密、吐鲁番和乌鲁木齐。

《西藏志》,允礼撰。

《西藏志》,章嘉呼图兔撰。

《卫藏通志》16卷,和琳撰。

《塔子沟纪略》12卷,清格撰。

《黑龙江外纪》8卷,西清撰。

《默南事略》32卷,爱必达纂。

《吉林外纪》,萨英额撰。

---

① 谢启晃等:《中国少数民族历史人物志》,188页,民族出版社,1983。

等等。还有不少关于外国的地理著作，如图理琛的《异域录》、斌椿的《乘槎笔记》、志刚的《初使泰西记》等，不再多举。

这些书的作者大都不是地理学家，而是多为在边疆做官的官吏（有的地位很高），还有的出国办外交的使节。其中松筠（1754～1835年）为蒙古正蓝旗人，他曾多次奉命到库伦（今蒙古人民共和国乌兰巴托市）等地与俄国谈判贸易。又充任驻藏大臣、伊犁将军，又去过吉林、内蒙古等许多地方，还奉命护送英国贡使回广东，是一位"施惠贫民，名满海内，要以治边功最多"[1]的大臣，他就结合这些边事撰写了大量的边疆地理著作，除上面提到的外至少还有八九种，例如《绥服纪略》、《藩疆览要》等。

章嘉呼图兔，从名字来看应是藏族。

七十一、和英、允礼、萨英额、西清等都是满族，其中七十一还有《新疆纪略》、《回疆风土记》等著作。

在有关外国的地理著作方面，《异域录》有较高的价值。全书虽然只有3万多字，但内容很丰富，主要是图理琛记述他于康熙五十一年（1712年）参加使团出使俄国的见闻，用满、汉两种文字写成。出版以后在国内外影响很大，很多著作引用其中的资料，并先后被译成法、德、俄、日4种文字在国外出版。[2] 图理琛（1668～1740年），满洲正黄旗人，曾多次与俄国进行谈判，他的《异域录》是国内第一本介绍俄国情况的专著。　（李迪）

---

① 《清史稿》卷342，《松筠》。

② 唐锡仁：《图理琛与〈异域录〉》，载《科学史集刊》，1982(10)，87～92页。

第四章　清代到民国初年各民族的工程技术成就

本章主要讲述从清初到民国初年全国各民族在机械与交通工具、纺织技术、建筑工程(包括桥梁)、造纸、印刷与矿冶等方面的技术成就。

第一节　机械与交通工具

机械与交通工具是社会生产和日常生活最重要的物质手段。在长期的生产与生活实践中,少数民族发明了许多适合于当地环境与条件的机械与交通工具。清代以来,少数民族传统的机械与交通工具仍在普遍应用并有所发展。这一时期少数民族对我国机械科学技术的发展也作出了重要贡献,出现了几位出色的机械技术专家。

一、少数民族传统的机械与交通工具

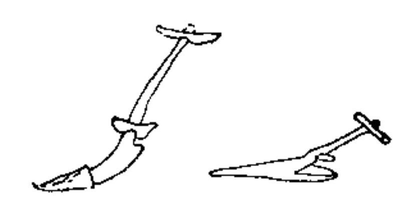
1. 农业机械与渔猎工具

由于地理环境不同,各民族的生产情况差异很大,所用生产工具也不尽相同。其中最基本的工具为犁、耙、弓箭等农耕、渔猎工具。

(1) 犁:犁为从事农业的民族所使用,其历史悠久,长期以来,随着科技进步和民族间交流,少数民族中使用的犁也千姿百态。下面介绍主要几种。

①脚犁,也称踏犁。其形状因民族而异,但总体上有以下几

个结构：1）犁铧，藏族耳苏人称“直密”①，呈三角形，两面有刃，铁质，有的民族开始用木铧与骨铧，以后改用铁铧；2）铧柄，或称犁床，木制，前安犁铧；3）木柄，接犁床，有的



a. 甘洛藏族脚犁　b. 苗族踏犁

图 3.4.1.1

与犁床是一根完整弯木制成；4）脚踏横木，是脚踏的地方，以使深耕；5）扶手横木，手扶处，以控犁向。这种犁大都在早期都使用过，结构比较简单，有的用牛拉引，也有的用人拉引。

②曲辕犁。这是少数民族中普遍使用的犁，一般源于汉族地区，其形状也因地区、民族而异。凉山彝族称“叉叉犁”，分山犁与水田犁，山犁称“敌母戈莫乃克”，水田犁称“上左”。犁呈叉状（见图 3.4.1.2）。② 苗族称“开”，也有山犁与水田犁，一称“梭梭

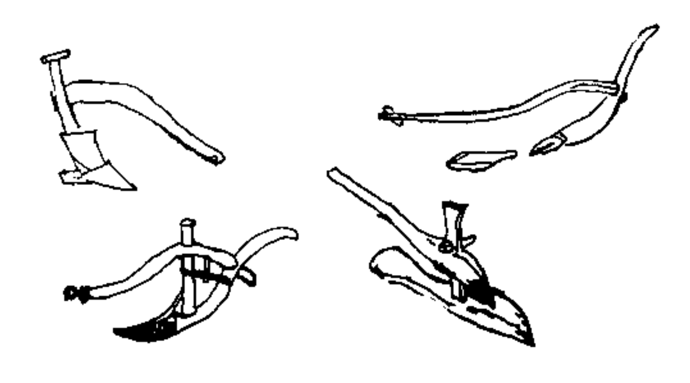


图 3.4.1.2

① 严汝娴：《藏族的脚犁及其铸造》，载《农业考古》，1981(2)，88～91 页。
② 宋兆麟：《凉山彝族的犁耕农业》，载《农业考古》，1981(2)，104～112 页。

犁"，一称"飘飘犁"，有的地区的苗族还使用所谓的"琵琶犁"，形制与凉山彝族的叉叉犁差不多。[1] 四川、云南的纳西族也使用曲辕犁，称之为"义都"或"四节犁"。傈僳族、瑶族、景颇族等民族都普遍使用曲辕犁，形制与汉族曲辕犁基本相同，结构主要有铁铧、犁辕、犁把手、犁建、犁壁等，为一牛或二牛牵引，极少数以人拉引。

③二牛抬杠犁。这种犁较长，与曲辕犁有点相似，不同的是长直辕而与曲辕犁相异。摩梭人称之为"日鲁"，普米族称之为"穿木冬"，传说是普米族发明的[2]，据史书记载，中原地区远在汉代就使用过，以后传入西南地区，为少数民族保存下来。《南村辍耕录》、《札朴》、《丽江府志略》等书中均有记载。其结构有犁铧、犁壁、犁床、犁柱、犁辕、犁箭、犁建、犁评、犁杠、犁肩绳等。犁辕是一根很直长的木杠，以二牛抬杠拉犁，引辕而行，一人掌犁，一人引牛。有的地方也用人代牛抬杠。或三人二牛，一人扶犁，一人掌辕，一人引牛。怒族和四川青海等地的某些藏族也使用该犁，而鄂温克族使用的是四牛抬杠犁。

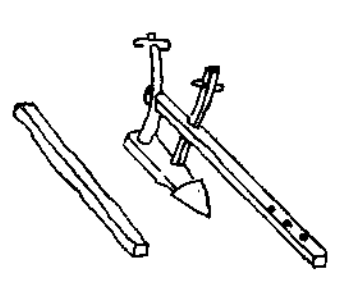


图 3.4.1.3　二牛三人犁

(2) 耙：耙是碎土与平地的农具，一般民族都有，但其形制各民族有各民族的特色。有牛、人牵引的大平耙，也有用手推拉的小耙，结构都比犁简单。纳西族的方耙、苗族木耙、瑶族耰、傈僳族铁耙等都适宜于大面积田地耕作，或立于地，或平置于地，

---

① 宋兆麟：《贵州苗族的农业工具》，载《农业考古》，1983 (1)，174 页。

② 宋兆麟：《泸沽湖畔摩梭人的农业》，载《农业考古》，1982 (1)，114～121 页。

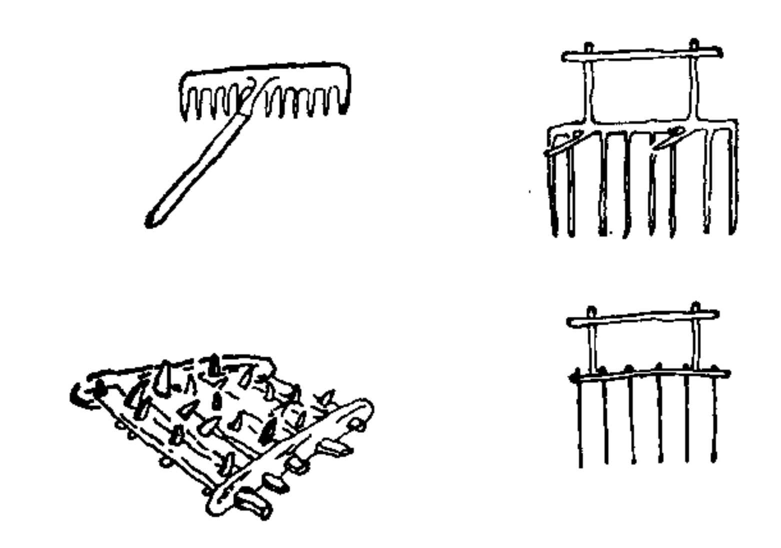


图 3.4.1.4

用于碎土与平地，现在这些民族中仍能见到。限于篇幅，仅举以上几个耙形(图 3.4.1.4)。

(3) 弓：弓箭是少数民族狩猎的主要工具，其制造与使用的历史较久，至今有些民族仍继续使用弓箭，而且还发明制作了许多特殊作用的机关弩箭，在狩猎中发挥巨大的作用。

地弩。《维西见闻纪》中记曰："地弩，穴地置数弩，张弦控矢，缚羊弩下，线系弩机，绊于羊身。虎豹至，下爪攫手，线动，机发矢，悉中虎豹胸。行不数武，皆毙。"[①]《黑龙江旅行记》中也记载了当地少数民族猎人使用地箭捕貂的事实。[②] 这种弩箭，一般民族都在使用。

放索子。《金川琐记》中记载："夷人极耐苦，耕凿之暇，辄从

① 余庆远：《维西见闻纪》，《物器》，《小方壶斋舆地从钞》第八帙。

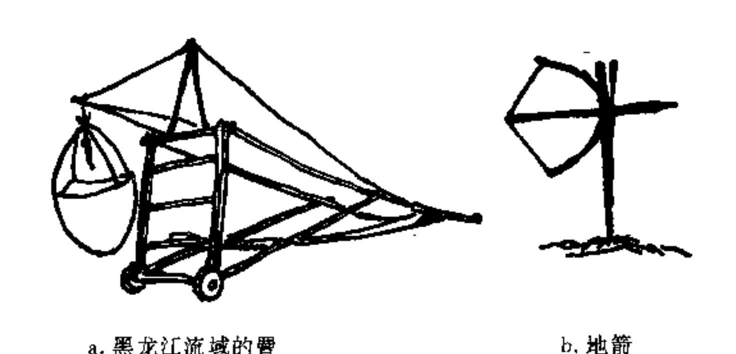
② P. 马克：《黑龙江旅行记》，113 页，商务印书馆，1977。

事射猎，手格猛兽，虽惨伤弗恤也。亦有机智，常于幽僻丛薄野兽出入必由之路，设机械潜伺，必弋获，俗称放索子。其法取极坚树条，弯曲如弓，置绳其间，錘浅土中。兽践其上，机发，足悬空际，虽猛兽无所用其力，且可生擒。"[1] 另外《维西见闻纪》中尚有熊夹、猿栅等少数民族独特的捕猎工具的记载。

（4）罾：少数民族地区捕鱼除普遍使用渔网外，还使用一些特殊的捕鱼工具。如P.马克在其《黑龙江旅行记》中就记录了当时黑龙江地区少数民族使用了罾这种捕鱼工具（如图3.4.1.5-a）。

（5）榨具：榨具是农业经济加工机械，用于榨油、榨糖等。产生于商周至秦汉，至明代趋于完善，为各族所创造，带有浓厚的民族特色，在各民族的经济中起到相当重要的作用。现在广西壮族各地还存在着这一传统的木制榨具，与《天工开物》中的记载基本相同。主要的形式有夹板、榨盘、榨槽、榨筒和榨车。

夹板是形式最简单的榨具，外形如同一把夹子，用二片硬木



a.黑龙江流域的罾　　b.地箭

图3.4.1.5

[1] 李心衡：《金川琐记》卷5，商务印书馆，《丛书集成》本。

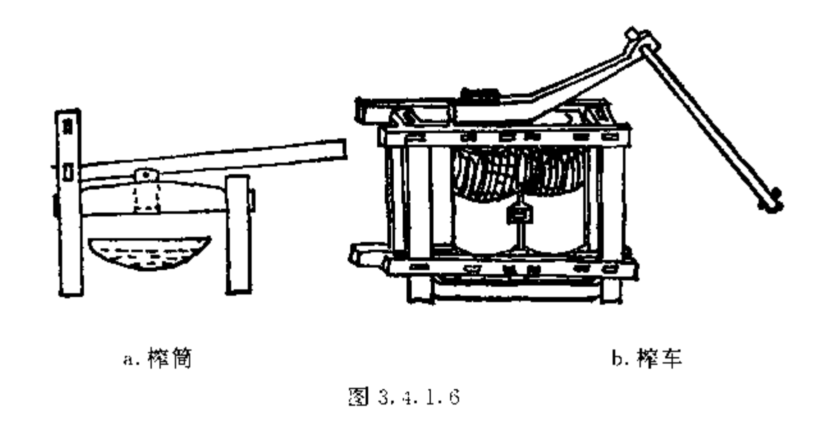
板或老竹片，一头扎上竹篾或铁丝，另一头削成手把制成。用于压碎硬壳食物或压榨食物液汁。榨盘是夹板的放大型，增添了一些物件，增加了支架代替夹板箍，上下由雌雄榨盘构成。榨槽又称“雷公榨”，壮族的榨槽与《天工开物》中记录的形状一样。榨筒是一种利用杠杆原理来达到压榨作用的类似于活塞的榨具。分为支架、榨筒、压枋、压杆等部分（如图 3.4.1.6 a)。榨车比前几种榨具要复杂得多，为辊轴式压榨机，可分辊轴、底盘、固定架、拉竿、限量木塞等几个主要部件。壮族地区榨车的明显特点是广泛使用木枋构成栅架固定辊轴，而下盘多用石板凿成。①

2. 交通工具

由于生活环境与当地资源的限制，少数民族使用的交通工具也颇具特色，下面从水陆交通方面略作介绍。

(1) 车

①大轮车，俗称“大轱辘车”，史称“辐辐车”、“勒勒车”。魏晋



a. 榨筒　　b. 榨车

图 3.4.1.6

① 凌树东：《壮族“榨具”》，《中国少数民族科技史研究》第五辑，200～209 页。

南北朝时，北方草原上就已有这种交通工具，蒙古族称其为“达斡尔车”。黑龙江流域的达斡尔、鄂温克等民族普遍使用。由轮子和辕子两大部分构成，主要材料是干透的桦木或柞木。《黑龙江外记》云：“达呼尔随意造辐辐车。轮不求甚圆，辕不求甚直，轴径如椽，而载重致远，不资毂辏。惟山路崎岖，防损折，动以斧凿随之。”① 蒙古族柴车也类似于大轮车，以牛驾之，《清稗类钞》中有记载。这种车至今在农村仍能见到。在广西博物馆也收藏有此类大轮车。

②驾竿车，《清稗类钞》云：“驾竿车，蒙古察哈尔之布尔哈苏有之。车前横木长丈余，以绳贯于辕，辕外二马，木端置于鞍，二人跨马疾驰，一小时可行六十里，长轴安于车尾，绝无倾覆颠波之苦。”②

③爬犁，或称滑雪板，亦称雪橇，为北方多雪地区少数民族

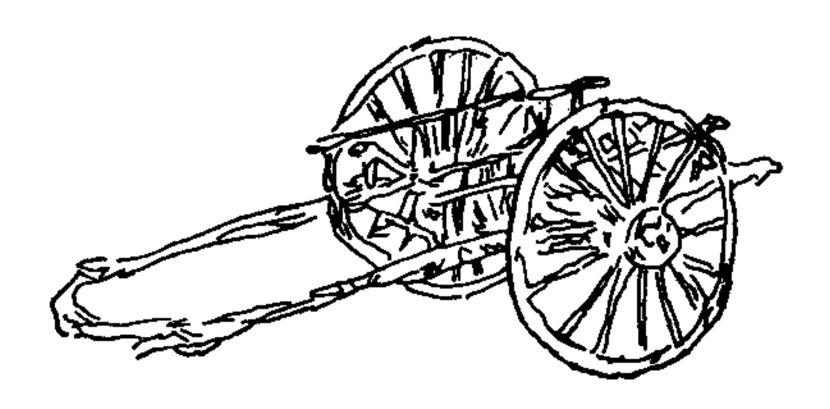


图 3.4.1.7　达斡尔大木轮车

① 西清：《黑龙江外记》卷 4。

② 徐珂：《清稗类钞》第 46 册，《舟车服饰》，商务印书馆。

所使用。《黑龙江外记》云："制如凌床，而不施铁条，屈木为辕，驾二马，行雪上疾于飞鸟，此元时蒲与路之狗车，然今日不见有驾狗者，唯闻吉林属赫哲斐雅哈等处，役犬如牛马，号使犬部，所谓狗车，当在其地。"[1]鄂温克族常使用比较轻便的滑雪板，非用拉引，滑雪而行，外出狩猎，速度极快。

（2）船

①羊皮船、牛皮船。用羊皮或牛皮制成。古称"馄饨"。《维西见闻纪》中记载曰："馄饨即元史所载革囊也，不去毛而扈。剥羖皮，扎三足，一足嘘气其中，令饱胀，扎之，骑之渡水。本蒙古渡水之法，曰皮馄饨。元世祖至其宗，革囊渡水，夷人仿而习之，至今沿用其制"。[2]《金川琐记》中有牛皮船的记载[3]，这种船由多张牛皮缝制并束以木杆而成。在木杆上再铺上木板，不设桨舵，撑篙而行。藏族在雅鲁藏布江上使用牛皮筏船作交通运输工具，一般为圆形或长方形，可容纳10余人到20人，像一只箩筐。在布达拉宫中现存有描绘修建布达拉宫场景的珍贵壁画，其中有用牛皮筏船运送石料、沙石的写实画面。

②桦皮船。东北、内蒙古地区的鄂伦春、鄂温克等民族常使用桦皮船。《黑龙江志稿》载："扎哈，小舟也。以皮革或桦皮为之，较威呼尤轻捷，载受两三人，陆行载于马上，遇水用之以

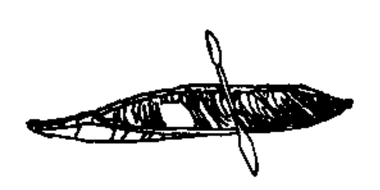


图 3.4.1.8　桦皮船

---

[1] 西清：《黑龙江外记》卷 4。
[2] 余庆远：《维西见闻纪》，《物器》，《小方壶斋舆地丛钞》第八帙。
[3] 李心衡：《金川琐记》卷 2，《皮船》。

渡。"[①]《黑龙江外记》也有类似记载。[②]这种船形状似柳叶，两头尖，细长，船身有四五米长，是打猎和捕鱼时常用的交通工具。内蒙古博物馆收藏一条完整的鄂伦春族桦皮船。

③木船。少数民族的木船，类型很多，最典型的有独木舟、平底船和雅美舟等。

我国各地的少数民族普遍使用独木舟。北方的达斡尔、鄂伦春、鄂温克、赫哲等族一直使用这种古老形式的船只，文献中一般称为"威呼"。[③]藏族、羌族以及南方的纳西族、傣族、傈僳族、怒族以及台湾的高山族等许多民族都曾使用过独木舟，在傈僳族还有一种双木合并的双独木舟(图 3.4.1.9)。[④]有许多民族至今仍在制造和使用独木舟。



图 3.4.1.9

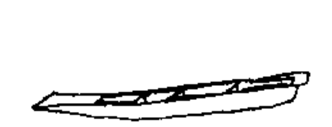
平底船是中国传统木船的种类之一。其底平，方首、方尾，少数民族也有使用。雅美舟是一种形状独特的渔船，首尾翘起，有大小两型。大船长可至七米，乘八人或十人不等。[⑤]这种船只，由 3 块龙骨，24 块船弦板，3 块横木，一个舵以及 10 支桨构成，首

① 《黑龙江志稿》卷 6。

②③ 《黑龙江外记》卷 4。

④ 陶云逵：《碧罗雪山之傈僳族》，《历史语言研究所集刊》第十七本，368 页，商务印书馆，1947。

⑤ 郭志超：《高山族雅美人的渔业文化》，载《人类学研究》续集，112 页，中国社会科学出版社，1987。





a. 满族平底舟　　　　b. 雅美舟

图 3.4.1.10

尾上翘、浮雕彩绘，是十分美观的木板结构船。[1]

(3) 溜渡

在丛山陡峭、飞流激荡的峡谷地区，建桥、船渡十分困难。生活在这些地区的民族发明了一种溜筒桥，代替渡船或桥梁，以便交通。《金川琐记》记载："绥靖之噶尔丹寺，向有溜筒桥……江面既阔，夹岸皆高山，既不能立磉建桥，复不能建索桥，不得已始为溜筒。其桥制特异，危险亦百倍于索桥。两岸高处，各植一巨柱，低处亦各植一巨柱，凡四柱，柱皆深瘗山石中，出地高数尺，柱傍俱建屋一区，各设夫役二三名，为往来人接应。此岸高处之柱，与彼岸低处之柱，遥遥相对。柱端相连铁索，索外套一五六尺长之巨竹筒，用牛革及生漆裹护极坚。筒上系一细索，较铁索略短，其端紧系高处柱杪。人畜欲渡者，抱竹筒高处，夫役持索缓缓放之，乘势而下，直抵彼岸。"[2]《滇南新语》中也记载："澜沧江渡更觉险奇，两岸险逼，无隙可施铁索，土人乃作溜渡，俗名曰溜筒江。"[3] 这种溜筒渡，西南山区很常见。

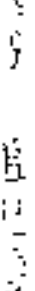
3. 纺织机械

---

[1] 龙村倪：《台湾兰屿雅美族造舟与花莲阿美族树皮布》，《中国少数民族科技史研究》第四辑，196～210 页。

[2] 李心衡：《金川琐记》卷 6。

[3] 张泓：《滇南新语》，《溜渡》。



我国是世界上最早的栽桑养蚕的国家,向有丝国之誉。对棉花的栽培与利用也较早,并且始于西域和南方少数民族地区,有着悠久的纺织历史。少数民族为我国的纺织机械的发展以及纺织技术也作出了许多贡献。

(1) 轧棉机械。轧棉古称赶或捍,是将棉籽粒赶出净棉。南宋以前南方出现搅车,北方出现辗轴,以后主要是应用曲柄辗轴、杠杆等机械,随后又有所改进。在广东、云南的少数民族中,经常使用小轧车,全系木制,玲珑精巧,底为丁字木座基,二轧轴左端各刻有齿槽,呈螺旋状,右手摇曲柄使下轴转动,借齿沟使上轴也反向转动,左手喂入籽棉于二轴间,二轴相轧,以轧出棉籽。这是手工轧车中最简单灵巧的。特别值得一提的是螺旋齿轮的利用,使回转均匀平衡,这在机械零件设计上是重大进步。云南西双版纳地方使用"十字架"状赶棉器,在去棉籽时,先将籽棉纳入一个小口大底的篓形容器中,用一木杆,下端联"十字架",用两手掌搓动木杆,则下面的"十字架"搅动棉花,把籽脱离。它适用于联核棉花。这些地区至今还在使用。①

(2) 弹棉机械。弹棉,俗称弹花,主要是将皮棉纤维松开便于纺纱,同时也除去棉花中的杂质泥沙。一般均用弓、弦弹花。南方少数民族地区流行一种小弓,显示各处"因棉而异"的特点。下以云南布朗族小弓为例略作说明。此弓系竹制,竹弓竹弦,弓张 640 厘米,弓高 125 厘米,弦用竹青,宽 2.5 厘米,厚 0.5 厘米。这种竹弓当在和弦弓的振幅、频率相同时,竹弦扁宽,作用在纤维上不是一个作用点,而是一段"线",致使纤维不易缠曲,减少裹弦机会,特别适合于云南产的纤维细且长的灌木棉花。②在

---

①②陈维稷:《中国纺织科学技术史(古代部分)》,154、156 页,科学出版社,1984。

西北、华北的内蒙古等地将绵羊、山羊毛弹松的方法也近于弹花，人们使用的工具比弹棉更简单，是在铺满羊毛的台上插几根木桩，系上几根皮条或绳子，上下挥打皮条以敲击羊毛，达到松毛的效果。

(3) 纺车。中国纺车是从纺坠发展到纺车，继而又发展到大纺车的。少数民族一直保存着这些古老的机械。纺坠是最原始的纺纱工具，由一圆形纺轮和一根拈杆构成，有吊锭式与转锭式两种。近代广西个别地方、云南白族、西藏藏族等还保留这种方法纺线。纺车比纺坠要先进得多，有手摇与脚踏两种。手摇纺车的主要结构是锭子、绳轮和手柄。有的锭子在左，安在纺车底座上，绳轮在右，为卧式纺车。有的是锭子安在绳轮上，为立式纺车。广西地区有一种三锭手摇纺车，将三根锭子安在纺车架上，为卧式，三根绳子分别套上绳轮和锭子，纺纱效率很高。在盛产羊毛的西北和西南少数民族地区，大多利用这种纺车来纺羊毛。历史上闻名中外的新疆地毯的纬线就是用纺车纺制。在西北地区的少数民族中还保留着祖传的利用粗杂羊毛纤维纺制的毛纱、毛线，所用工具却是更大的六锭子的立式纺车(如图 3.4.1.11)。其工作需几人合作。脚踏纺车是在手摇纺车基础上发展起来的，功

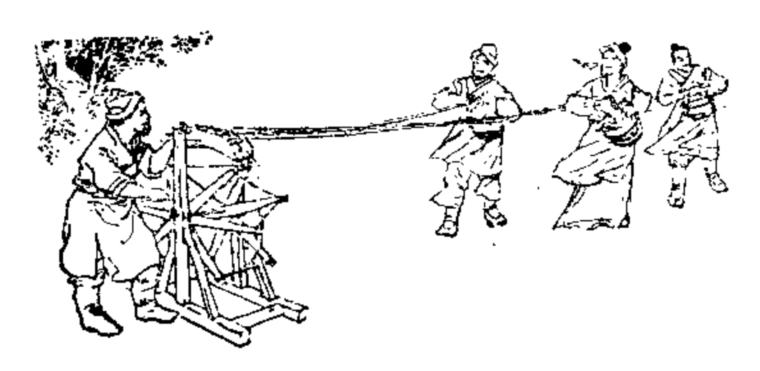
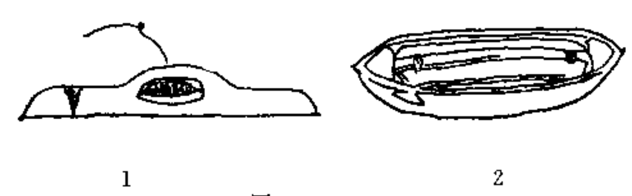


图 3.4.1.11

能与手摇纺车相同，但结构有所不同，绳轮由手摇改为脚踏杆摇轮。近代侗族、彝族等南方少数民族还使用这种纺车。

(4) 织机与织具。中国的织机源于手工编织，原始的织机有腰机、综版织机和竖机。腰机在少数民族中使用普遍，至今南方各民族一直有使用腰机织头巾、围巾等饰物的工艺。腰机的工具有综杆、分经棍、打纬刀、引纬用行子，后改为刀杼。侗族人谓之布刀，《清稗类钞》云："布刀者，侗人织具也。侗人不用高机，无箸无枝，以布刀代之。刀用山木，形如刀，锐其两端，背厚而椭，如弓之弧，刀如弦而薄，刳其背之腹，以纳纬，而悤其锐而吐之，以当梭。"[1] 西藏民间传统织机的梭子与刀杼有相当大的区别（如图3.4.1.12-2）。少数民族也常用综版式织机织带，在西南地区十分常见。傈僳族的织机便是由这种机发展而来的（如图3.4.1.13）。[2]



1　　　　　　　　　　2

图 3.4.1.12

在少数民族织机中最值得一提的是广西壮族生产壮锦的古老织机——竹笼机。该机木结构，有底座机架、吊装起落竹笼、综片升降的V形摇臂架三大机构。竹笼机与多综多蹑机有很大区别，它的少摄控制多综的机构非常巧妙，并根据花纹图案的上机吊综有一套专门技巧，用这种机织出的壮锦，图案丰富多彩，极为精美，壮锦被面、服饰是各族人民喜爱的高级丝织品。主要产

① 徐珂：《清稗类钞》第45册，《矿物，物品》，商务印书馆。
② 陶云逵：《碧罗雪山之傈僳族》，《历史语言研究所集刊》（第十七册），360页。

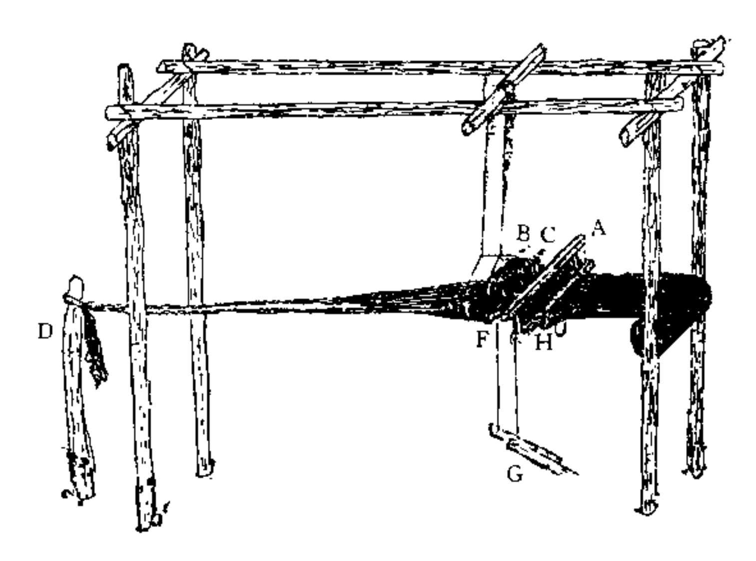


图 3.4.1.13　傈僳族织机

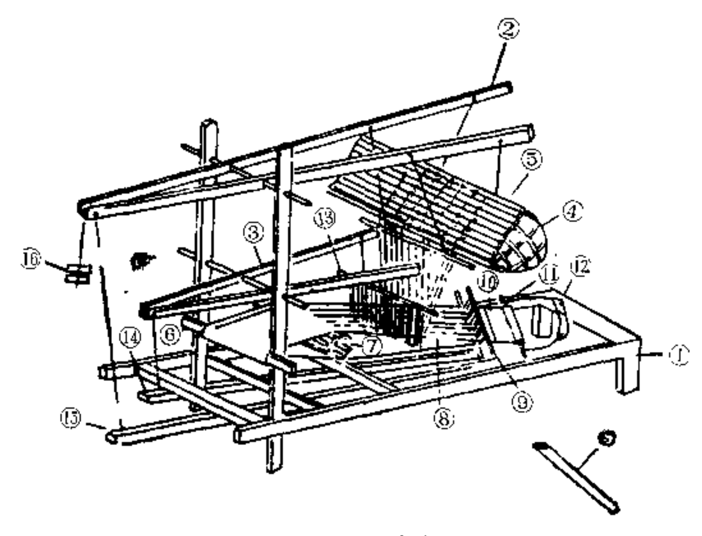


图 3.4.1.14　竹笼机

于广西忻城、宾阳、靖西等地。[1]

4. 其他

少数民族还有一些独特的制造工艺和技术，例如青海的少数民族制刀工艺十分精湛，西北的保安族和云南的阿昌族都以制刀技艺高超而著称。《清稗类钞》"物品类·番刀"载："青海出番刀，虽质坚如石，仍可折而屈之，盖以百炼钢为之者。长二尺，阔仅两指许……锋利无比，光可鉴人。或嵌金丝纹，或镌蒙、番文，其刀鞘为桃木质。"保安族的手工业一直以打刀为主，著名的"保安刀"已有100多年的历史。保安族制刀技术很高，不仅锋利耐用，而且美观精致。阿昌刀主要产于陇川县户撒地区，那里许多寨以一种宝刀而著称，如来福寨的黑长刀、花钢刀，芒东寨的腰刀，新寨的背刀等，都很有名。背刀齐头的为景颇族和傈僳族所喜爱，尖头的为阿昌族和傣族所喜欢。腰刀有宝剑式、尖刀式、匕首式等，藏刀则专为藏族兄弟打制。阿昌刀工艺精巧，刀把所镌图案也非常讲究。[2]还有其他一些民族刀剑制造技艺也很高。在明清笔记中，有不少关于黎、瑶、苗、侗等少数民族锻制宝刀、宝剑的记载。

清代"苗人鸟枪制作极精。将铁筒车数次打磨光溜，俾子出无滞。子堂引门俱有法度"。[3]珞巴族的博嘎尔部落擅长制造弓箭，用竹板弯制竹弓和削制箭杆，箭头由当地铁匠打造。[4]

二、几位少数民族科学家对机械科技的贡献

1. 丁拱辰的机械研究。

清代著名的回族军事科学家丁拱辰(1800～1875年)，在机

① 陈维稷:《中国纺织科学技术史(古代部分)》,227页。
② 刘扬武:《阿昌刀》,载《民族团结》,1979(4),43页。
③ 严如熤:《苗疆风俗考》,《小方壶斋舆地丛钞》第八帙。
④ 洛思:《珞巴族博嘎尔的弓箭》,载《西藏日报》,1980(7)。

械设计方面也很有研究。

由于军事与工程的需要，起重机问题在当时十分急需解决。丁拱辰认识到由平衡原理能“变出平直方圆滑轮齿轮螺旋塔轮许多举重方法”[1]，设计了一批“能以四两之力举千斤之物”的机械，有绞车、绞盘、滑车、滑车绞架等。他设计制造的滑车已不只是一个仅靠定滑轮来改变方向的简单滑车，一般都有一动滑轮、一定滑轮，有时甚至用5～6个滑轮。滑车绞架是丁拱辰的发明，乃为滑车和绞车的合体，用其不仅省力，而且便于操纵。他还设计了一种炮架(又称磨盘架)，该炮架“采用坚木制就，凡交接著力处，皆镶铁板以固之……架分上下两层，其上层谓之架，下层谓之车。下层四旁略大，下藏生铁、辘轳左右各二个。下露十分之二，跨连下车之沟，上下合而为一，进退旋转自易。下车前后，各安铁圈二道为施滑车之用。中有横木三道，正中直木一道，凑成十字形。中安铁磨心贯连上架，横木中心之枢，卢周围一。沟下镶铁板，以利轮行。此二沟上承铁辘轳，得以左右旋转。上架之前后，有横木二道，贯紧两端，用大钉贯下，使其坚固不脱。两旁又有四孔，用木棍插入，以得左右换之，故推挽相为灵便。如八千斤大炮只用四人可转左右，甚不费力”。[2]

对于火炮和炮弹的铸造，丁拱辰也有研究。火炮铸造，当时有铁铸、铜铸两种。铜铸工本甚巨，而铁铸要求的技术较高，稍有偏差，炮身就会凹凸不平，形似蜂窝。丁拱辰经反复试验，最后以广东产新黑蘇铁七成，洋蘇铁三成，加工锻炼，解决了这一技术难题。此外对炮耳、引门安装的位置，铸炮的泥模要求等技术问题，他也都一一解决。针对当时西洋炮弹中间有一长线，不能光

---

① 丁拱辰：《演炮差高图说辑要》，《演炮图说》卷一，道光二十二年本。

② 丁拱辰：《旋转活动炮架图说》，《演炮图说辑要》卷2，道光二十二年本。

滑，影响射程的问题，丁拱辰发明了泥模炮弹的新方法，还发明了实心弹与通心弹。所谓通心弹，就是在铸造炮弹的中心上下通一圆孔，用木头塞住两头，然后用油灰弥补平滑。这样既省料，炮弹又轻，射程又远。

除大炮外，丁拱辰还设计了五个喷管的火箭，在当时世界上属于先进水平，使用时“其功力与火炮并烈”。

对于西洋机械，丁拱辰也作了很多介绍，其中有火轮船、火车等，这对开阔国人的眼界，促进早日自行研制火轮船，都起了积极作用。

2. 麟庆对水利工具的研究。

麟庆（1791～1846年），字见亭，满族，满洲镶黄旗人。清代著名的水利工程专家。曾任河南开封陈许道，从此与黄河结下不解之缘。在任期间，曾经历了15次洪汛。由于他指挥得当，每次都安全渡汛。麟庆长期深入水利工程第一线，积累了丰富的水利知识。为了寻求更好的水利方法，他博览河书，潜心研究贾让、潘季训等前人著作，发现“独是修防器具，古无成书。因思工欲善事，必先利器。乃于周历工次之时，见一器即绘一图，详问深考，积久成帙”。历时9年，道光十六年（1836年），共搜集水利器具289种，他将其分4类，每类一卷，并绘图解说，总名之《河工器具图说》。[1]

《河工器具图说》是我国刊行最早的有关水利工具的专著。[2] 该书分宣防器具、疏浚器具、抢护器具及储备器具4类，共289种。所收器具有木船、木龙、水车、木轮车，以至条帚、拍板、木灰印等，几乎包括当时所有与水利有关的机械与器具。

---

① 麟庆：《鸿雪因缘记》第二集下册“谦豫编图”条。

② 王海林：《满族水利工具专家麟庆》，《中国少数民族科技史研究》第三辑，170～179页。

卷一宣防器具，共有61种，有图60幅。涉及测量、避暑防雨、照明、报警传令、防鼠、标志等，测量工具主要有丈杆、篾绳、夹杆、圆木尺、梅花尺、试水坠、水平、旱平、相风鸟等，捕鼠器主要有：狐柜、獾刺、獾沓。

卷二疏浚器具，有器具86种，图89幅。主要包括修理堤坝，疏通河道工具，如夯、吸笆、水车、水轮车、混江龙、清河龙式船等。

卷三抢护器具，共有63种，有60幅图。包括抢险用的大埽、捆厢船、苇缆、骑快、木龙全式、戗桩船；破冰用的逼凌椿、搪凌把、打凌槌、铁穿、三棱橛、打凌船等。戗桩船主要用于激流中打桩。

卷四储备器具，器具76种，图79幅。主要有条船、圆船、浚帮、柳船、四轮车等。浚帮是两条连在一起的船，有大中小之分，主要用于运料。

该书在图说中还考证工具的来源，说明器具制作的材料、尺寸，有的还指出了使用时注意的事项、优缺点等。它"填补前贤所未及"[1]，被称为"古今之奇作，天下有用之书"。[2]

3. 巴玉藻设计制造飞机。

巴玉藻（1892～1929年），蒙古族，克什克腾氏。本名玉藻，汉姓巴，字蕴华，又字问华。是我国航空工程的奠基者，飞机设计师，为中国航空工程作出了不朽的贡献。

巴玉藻于18岁时被清政府选拔去英国学习，1914年以优异成绩毕业于阿摩斯庄工学院（Armstrong College）机械工程系，获机械工程学士，并任英国威克斯（Vichus）船厂图算员。后

---

[1] 麟庆著：《河工器具图说跋》，《万有文库》本，328页。

[2] 麟庆著：《鸿雪因缘图记·序》，第三集之首。

又考入美国麻省理工大学制造飞机专班。由于成绩突出，被校方推举为美国自动机工程学会会员。1916 年获航空工程硕士学位，聘为寇蒂斯公司总工程师。1917 年因国内形势需要，毅然辞职回国。回国后向政府请命建厂制造飞机，得到赞许，厂址选定福州马尾船厂，他负责筹建飞机工厂。1918 年 2 月海军飞机工程处成立，巴玉藻任主任。1919 年 8 月，巴玉藻主持设计了我国第一架水上飞机甲式一号双桴双翼教练机。1928 年，海军飞机工程处改为飞机制造处，巴玉藻为处长。这是我国最早、历史最久、办得最有成绩的一个飞机制造厂。从 1919 年 8 月到 1930 年 8 月，由巴玉藻主持设计、负责制造了 14 架飞机，大都交付海军使用。他还与王助等人共同设计了世界上第一个水上飞机的浮站，成为世界之首创。1929 年 5 月开始着手研制一种军商两用式新飞机，但不久病逝，未能如愿。巴玉藻还为培养我国航空专业人才付出了心血。1918 年 4 月至 1923 年夏，他兼任福州海军飞潜学校甲班（飞机制造专班）教官，1923 年甲班毕业 17 名，成为我国第一批航空工程专业人才，在巴玉藻手下从事飞机制造工作。和冯如一样，巴玉藻为我国航空事业的缔造者之一。

（徐泽林、徐义保、冯立升）

第二节　纺 织 技 术

纺织生产及其技艺，在我国各少数民族的物质和精神生活中都占有特殊的地位。在中国纺织技术史上，有许多出色的成果是来自少数民族的创造。清代到民国初期，少数民族传统的纺织技术日臻完善，不仅工艺日益精湛，而且产品的花色品种和规格质量都有较大的发展和提高，产品的艺术性也明显有所改进。这一时期少数民族的纺织品千姿百态，丰富多彩。本节主要对其中有代表性的某些纺织品及其纺织技术作简要的介绍。

壮族的纺织技术具有很高的水平。瑰丽多姿的壮锦是壮族人民传统的纺织品，它是以棉或麻的股纱作经线，以不加拈或微拈的缕丝作纬线交织而成的织物。清初，壮锦已采用多种色彩的绒线编织，编织工艺十分精巧，其产品已成为壮族地区乃至西南地区各族人民普遍喜爱的民族工艺品。清人所著《粤西琐记》载："僮妇……手艺颇工，染丝织锦，五彩烂然，与刻丝无异，可为裀褥，凡贵官富商，莫不争购之。"[1] 壮族妇女从小就开始学习编织壮锦。乾隆时所修《归顺直隶州志》载："嫁奁，土锦被面决不可少，以本乡人人能织故也。土锦以柳绒为之，配成五色，厚而耐久，价值五两，未笄之女即学织。"又《柳州府志》记载："壮锦，各州县出。壮人爱采，凡衣裙巾被之属，莫不取五色绒线杂以织，如花鸟状。"[2] 从这些记载可以想见清代壮锦生产的盛况。

壮锦的花纹以几何纹为多，广西博物馆收藏的壮锦，最早的有乾隆初年的作品，其余多为清末民初的作品。这些壮锦的图案有：水波纹、云纹、雷纹、回字纹、编织纹、羽状纹、勾连云纹、同心圆纹、方格纹等，还有的为动植物图案的组合花纹。

壮锦的织造技术，反映在壮族人民所创造的"竹笼"或提花机构中。该机以细竹综竿（相当于纬线）按花纹编人提综线（相当于经线），绕在竹笼上。每织一纬即顺秩按综竿通过牵线提起一部分经线，以织人纬线。

在棉织方面，民间传统的"壮人布"很有特点。这种布以棉纱织造，由于纬纱较紧密，坚实耐用，适合于普通人家作手巾、头

---

① 沈日霖：《粤西琐记》，载《小方壶斋舆地丛钞》第七帙。

② 转引自《壮族通史》，622页，广西民族出版社，1988。

帕、腰带之用。《粤西琐记》载："有僮人布，亦以青白缕相间成文，极坚韧耐久，用为手巾，每一幅可三四年不敝。"除两色布外，壮人布也有多色的，是挑织而成的。

在印染方面，壮族的斑布有突出的民族特色。斑布基本上有缚染、镂染、蜡染3种。缚染是用线在布上缀花，入缸浸染、去线显花。镂染是用镂空的花板紧夹织物，以染汁注入空中染色，或者以蜡液注入空中，浸染之后，去蜡显花。蜡染是用蜡液直接在织物上绘画，或以蜡液满涂于织物表面，再用竹针钩画，加染之后，去蜡显花。[①] 壮族的蜡染花纹技术，工艺精巧，式样丰富多彩。1975年天峨县出土乾隆年间赵焜蜡尸有3条白土布巾，这3条巾四边蜡染均呈蓝底水波纹。广西博物馆民俗文物展览室陈列有民国时期以土布制品煮沸脱蜡而成的蜡染工艺品。这些蓝底、青底雷纹及编织纹等白色图案的围巾或裙子等，具有朴实、淡雅、清丽的特点，既实用，又美观。

侗族的纺织工艺也很驰名。侗锦是侗族最重要的工艺品之一，具有独特的风格。清代的侗锦，图案编织得丰富多彩。据《续黔书》载，当时"锦之花木名者，芙蓉也，蒲桃也，牡丹也，葵花也，蘘荷也，樱桃也……以鸟兽名者，对凤也，翔鸾也，翻鸿也，仙鹤也，鸳鸯也……蛟文也，龟背也，虎头也。以器物名者，楼阁也，樗蒲也……皆所谓惚五色而极思、藉罗纨以发想者矣。黎平之曹滴司出洞锦，以五色绒为之，亦有花木禽兽各样，精者甲他郡，湅之水不败，渍之油不污"。[②] 侗锦有素、彩两类，前者用黑白或蓝白两色组成，以白为经，以黑或蓝为纬。彩锦也以白纱为经，但以彩丝为纬。侗锦有手工编织的，也有用踞织机织的，还有用水平架

---

① 赵承泽：《美丽精致的壮布和壮锦》，《中国古代科技成就》，695页，中国青年出版社，1978。

② 张澍：《续黔书》卷6，《侗锦》。

机织的。[①]侗锦色彩绚丽，图案大方，其中以黎平、通道、三江、龙胜等地所产的比较著名。

侗族织造的侗布，质量也很好，不仅结实耐用，而且布纹紧密。有平布、斜纹布、花椒眼布。侗布的颜色有白色、青色、浅蓝色、靛色。榕江县车江一带的侗布经久耐洗，不易褪色，民国初年在重庆手工业展览会上，荣获奖状和银质奖牌。[②]

清代苗族的织棉业也很发达。苗锦是苗族传统的织物和工艺品，各地的苗族同胞都会织苗锦。不同地区的苗族因使用织机不同，织锦工艺也略有差异，但也有共同特点，就是经线作底，纬线起花，一般采用二梭法和三梭法，织出的苗锦结实厚重，锦面正面有花，背面无花。此外有一种苗锦，以白纱为经，黑纱为纬，锦的两面都有花纹，酷似侗锦，大概是受到侗族织锦技术的影响。苗锦纹样造型简洁，多彩多姿。传统的纹样有山字形、万字形、人字形、蚂拐花、谷穗花、狗脚花、蝴蝶花、鱼花、梅花、梨花、牛牙花、人花、鹅翅花、鸟花、蜂窝花、全贯花、四角花等数十种。苗锦纹样图案的色彩相当华丽，常用的颜色有黑、白、黄、紫、桃红、青莲、粉绿、鲜蓝、青紫、鲜绿、大红、朱红、玫瑰红等。传统苗锦最常用的色彩是黑色、白色与各色相间，图案的主要骨架由黑白纱线构成，使锦面的色调既对比强烈又相当协调，从而产生绚丽多彩的效果。[③]

蜡染也是苗族的传统印染工艺。早在宋代，苗族生产的蜡染装饰用品"点蜡幔"已是颇负盛名的朝贡品。清代以来，苗族仍普遍生产蜡染花布。苗族常以蜡染布制作服装、床单、被面、头帕

① 宋兆麟：《侗族的棉纺工具和技术》，载《中国纺织科技史资料》，1983(15)，11～51页。

② 《侗族简史》编写组：《侗族简史》，142页，贵州民族出版社，1985。

③ 黄赞雄：《苗锦探索》，载《中国纺织科技史资料》，1984(16)，67～73页。



图 3.4.2.1 苗族蜡染布

和背包等。《黔书》在记述苗族妇女的服饰时说:“裳服先用蜡绘花于布,而后染之,既染去蜡,则花见。”[①] 上面照片所示的是用苗族传统的方法制作的蜡染布(图 3.4.2.1)。这一蜡染布的图案优美而生动,具有朴实的乡土气息。虽然只有两种颜色,但却巧妙地运用了点、线疏密的结合,突出地表现了蜡染艺术简洁而又明快的特点。

瑶族的蜡染历史也很悠久,清代以来蜡染仍十分盛行。蜡染在瑶族的生活中使用很广,妇女衣裙、背扇和挂衣最为多见,图案主要是几何纹,其中有剪刀花、树叶花、人花以及日、月、星和银珠等。纹样精细,多绘于大块的封蜡之间,再配以斑斓夺目的挑花刺绣,显得既朴雅又美观。

瑶族妇女所织的花布,也很有特点。《清稗类钞》载:“永明江

① 田雯:《黔书》卷一,《苗俗》。

华瑶女织方纹花布，颇古质。又有瑶带，亦织成花纹，其瑶巾尤洁细，如西洋布。"[1] 瑶族的花布、图案别致、纹式古朴、具有独特的风格。

傣族的妇女擅长纺织，在其纺织品中，傣锦是具有民族特色的一种优秀工艺品。傣锦的织物图案，常使用以小方块组成的菱形回纹。在大菱形花转向时则往往又换用另一色彩纬，在织物表面上常随菱形花纹的斜向转换而掉换色调，一般以棕色、黑色调采用为多，配色和谐。傣锦的原料为当地所产的苧麻纱，其织法花型却与一般的锦相同。傣锦织造时要利用腰机，因而织幅不宽，长度也有限。[2] 傣锦制作精巧，织品上的几何图案在我国的纺织工艺品中别具一格。

黎族也以擅长纺织而著称，历史上黎族的棉纺技术曾对内地有过重大影响。清代以来，黎族传统的纺织工艺仍在普遍应用并有所发展。黎族的纺织品有多种，均制作精细。《南越笔记》载："黎锦，浓丽可爱，白者为帐，杂色者为被，曰黎单，四幅相连曰黎幕，亦曰黎幔。以全丝者为上，又有花被、假被……亦有织为巾帨与裙者，裙曰黎桶，横幅合缝如井栏，皆素花假锦百褶而成，所谓迦盘之衣也……崖州多织锦，儋州多织生丝，崖州组织绵线如布帛状，绣人物花鸟其上，有十金一具者，名曰帐房，俗称儋崖二帐，皆越布也。"[3] 黎锦的花纹图案都很秀丽，北京故宫藏有黎锦数幅，其中有一幅绿色底子上织成黄色菱形纹，上面再现八瓣小白花；还有一幅为黄色底，白万字纹上又作绿色及浅红色六瓣小花，工整而明快，具有健美淳朴的风格。

---

[1] 徐珂：《清稗类钞》稗八十九，《物品类》、《瑶布瑶带瑶巾》。
[2] 陈维稷：《中国纺织科学技术史（古代部分）》，372～373 页。
[3] 李调元：《南越笔记》卷 5，"棉布"。

黎族所织布都以棉、麻为料，自纺自织自染而成。黎族地区“多木棉树，黎女群往采之，取其棉，用竹弓弹之为绒，足纫手引以为线，染红、黑等色，杂以山麻及彩绒，织而为布，曰吉贝。或擘山麻纫线织布，捣树皮汁染为皂色，以五色绒杂绣其上，曰黎布”。[①]黎族妇女除织黎布外，还能织棉毯。《南越笔记》称：“闽广以木棉纺绩为布，名曰吉贝。海南蛮人以为巾，上出细字，杂花卉，尤工巧……今黎人居海南山峒，多业纺吉贝，鬻市中，妇女兼工绣，毯称黎毯。”[②]黎族的纺织品不仅能满足黎族人民的需要，而且还销售到其他地区，受到了人们的赞赏。

除了上面介绍的几个民族的纺织品及其工艺外，南方还有许多民族在纺织工艺上也有独特的创造。如土家族的“西朗卡铺”（土家花铺盖）是土家族妇女精织的特有手工艺品，织工精巧，色彩绚丽，有上百种图案，反映了土家族人民的艺术才能和智慧。清代仡佬族能织出质量很高的斜纹布和精致耐用的“铁笛布”。《续黔书》称：“铁笛布，其织美似蜀之黄润，其精致似吴之白越，其柔似波戈之香荃，其缜密似金齿之缥叠……俾僚又有纹布，可为巾。”[③]仡佬族也掌握蜡染技术。清代仡佬族的蜡染工艺品“顺水斑”是全国有名的朝贡品。此外，佤族妇女的编织技艺很高，所编织的色泽艳丽的花筒帕，采用五彩缤纷的彩线精心编织多种图案，色调和谐，美观大方，独具民族风格。

清代台湾高山族的纺织技术也有了很大的进步。清代以前高山族还缺乏布，所用布也多从汉族得来。清代高山族已能纺织多种织物。《番社采风图考》载：“番女机杼以大木如栲栳，凿空其

---

① 徐珂：《清稗类钞》稗四十五，《工艺类》、《黎人织布》。

② 李调元：《南越笔记》卷5，《黎毯》。

③ 张澍：《续黔书》卷6，《铁笛布》。

中，横穿以竹，使可转，缠结于上，刳木为轴，系于腰，穿梭而织之。以苎丝为线，染以茜草合鸟兽毛，织帛斑斓相间，名曰达戈纹。又有巾、布等物，皆坚致。"[①] 高山族还有用树皮纤维织成的一种类似白苎的织物，也有用狗毛织成的毛织物。[②] 清人郁永河还记载了高山族用狗毛和树皮纤维混合织成的五彩毛织物，"水沙连诸番，善织罽毯，染五色狗毛杂树皮为之，陆离如锦，质亦细密"。[③] 此外，清代高山族还能织出色彩鲜艳的麻布。

维吾尔族的丝、棉纺织手工业素来有名，尤以和阗著称。清人所著《西域闻见录》卷二载："（和阗）原蚕山茧极盛，所织绸绢、茧布极缜密，光实可贵。"清代和阗维吾尔族的丝织品制作精致，曾远销到许多地区。《听园西疆杂述诗》载："养蚕治丝，仅有和阗水土相宜，由来已久，能织绢素大绸。回回锦绸，运往各处售卖，男女习勤，与农业并重，故和阗之民，尤为富足。"[④] 维吾尔族生产的"回回锦"在花纹图案方面吸收了波斯和中亚的某些纹样，形成了独特的艺术风格，其特点是多用金线织花，有华丽绚烂的效果。清代新疆维族的棉纺业也较发达。当时植棉虽偏在南疆，但"吐鲁番已属不少，不但能供邻境，并有运入关内者。妇女牵驴采缀，以勤纺织，故布价亦廉。南北城等处，以喀什噶尔、叶尔羌、和阗三处为多。曩昔额征……叶尔羌……每年共交棉花一万斤，以钱二十六文折交白布一匹，每年共交白布二万六千七百余匹，和阗每年折交棉花五千斤……白布二万六千八百余匹……其棉花布匹之多，大可想见。平定以来种植如常，纺织之法与内地略

---

① 六十七：《番社采风图考》，载《小方壶斋舆地丛钞》第九帙。

② 陈国强：《台湾高山族的纺织技术》，载《中国纺织科技史资料》，1981(6)，88～90页。

③ 郁永河：《番境补遗》，载《小方壶斋舆地丛钞》第九帙。

④ 萧雄：《听园西疆杂述诗》卷3，《蚕桑》。

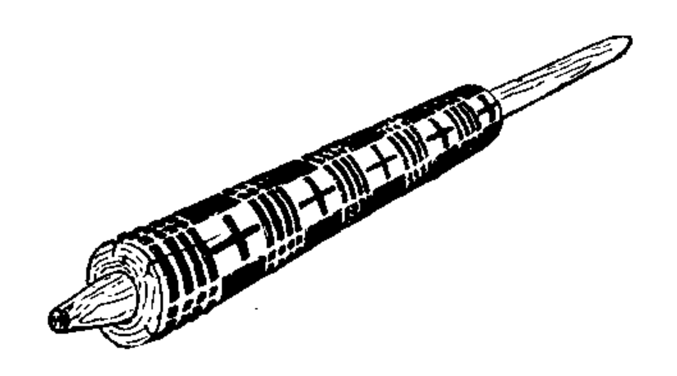


图 3.4.2.2 清代维吾尔族用过的印花木滚

同，惟器具稍异”。[①] 由此可知，维吾尔族的棉织技术也达到了较高的水平。

在印花工艺方面，这一时期维吾尔族还创造了印花木滚和印花木戳，采用凸纹版印制花纹。在新疆博物馆藏有清代维吾尔族用过的印花工具(图 3.4.2.2)。木滚在刻制时安排了花位循环，特别适合于大幅度印制。木戳面积小，适于掌握小单元的印制效果。

清代维吾尔族的毛纺织技术达到了很高的水平。清代新疆的地毯图案精美，“镂文错采，烂然夺目”，“羊毳为经，棉线为纬，杂以丝绒，五色相间，为古彝鼎泉刀八宝花卉诸文”。当时还大量向欧洲出口。和田每年都有栽绒毯三千余张输入阿富汗、印度等地。[②]“于田、洛浦、皮山三县输出口者亦千余张”。而“其余小方绒毯、椅垫、坐褥之类不可胜计”。维族毛毯的精工织制技术在清代已闻名中外。新疆地域辽阔，各地文化习俗存在差异，又因古

① 萧雄：《听园西疆杂述诗》卷 3，《纺织》。
② 《新疆图志·实业志二》。

丝绸之道穿梭南北疆数条途径，各地吸收外来文化有所不同，因而毛织品也具有不同的特点。就地毯而言，喀什地毯纹样繁缛严谨、纤细丰满，色彩淡雅、谐调；莎车地毯纹样粗犷，纹路刚直有力，色彩鲜艳，对比强烈；和田地毯纹样变化无穷，色泽深沉，是欧洲人喜爱的工艺品。

据《新疆图志·实业志·牧》记载，新疆还出产一种精致的毛毡，"和阗、洛浦所织罽毯（毡）极精致，为西人所重"。维吾尔族的花毡工艺技术水平也很高，花毡图案风格独特，而且样式繁多，达一二百种。

藏族的毛纺织技术也有着悠久的历史。藏族的毛织品"氆氇"在宋辽时期的文献中已有记载。清代西藏地区生产的氆氇已是内、外销的主要商品。藏族的氆氇是一种较高级的衣料，可以织出条纹，也可用绞缬法制成十字纹、菱形纹等，质朴美观。西藏的地毯也很有名。藏族生产的地毯，特点是色彩鲜艳，当地所产红花是最佳的红色染料。藏毯花纹均为变形换色的粗壮图案，富有民族特色。北京故宫藏有康熙时藏族的"白地双龙团花栽绒毯"和乾隆时藏族"紫地折枝花栽绒毯"等。[1] 藏族生产的藏被也是一种独特的毛织物。它是纬起绒的厚重毛织品，用藏族传统的藏被织机织造。藏被的绒纬长约2.5厘米，既温暖，又柔软。卷起来放在马上，携带方便，适合于游牧。

清代蒙古族的毛织品也很有名。《清稗类钞》载有蒙古族织羊毛毡毯的方法："秋时剪取绵羊毛，洗净使干，置石上，以棍击之，令碎，浸水中三日。就井旁沙面，铺旧毡于地，取碎羊毛匀铺其上，以马曳粗木柱压之，即成。亦有卷毡于木柱而压之者。特

[1] 吴淑生、田自秉：《中国染织史》，285～286页，上海人民出版社，1986。

视其用器何如耳。中等绒毡，长一丈，宽五尺，值银三两。”[1]清代青海蒙古族妇女十分“勤巧”，所生产的毡毯、毛布等物远近闻名。[2] 在故宫现藏有康熙时蒙古族所制“黄地五幅捧寿栽绒毯”和“黄地狮子滚球栽绒毯”以及青海“缠枝牡丹彩画毯”等，均制作精美，富有民族特色。 （冯立升）

第三节 建 筑 工 程

清代到民国初期是我国少数民族建筑发展十分兴盛的一个时期。各民族在建筑方面都有所创造和发展，藏、回、维吾尔、蒙古、羌、傣、侗、壮、白、苗等民族的建筑都达到了相当高的水平，其他一些民族的建筑技术也有不同程度的进步。本节主要对这一时期少数民族一些重要的建筑技术成就和某些有代表性的民族建筑做一简要介绍。

一、藏族与羌族的建筑

清代是藏族建筑发展鼎盛的一个时期，特别是在佛教建筑方面取得了卓越的成就。清代先后修建、扩建和重修了许多大的喇嘛教寺院，如 1645 年五世达赖喇嘛组织重建、扩建拉萨布达拉宫建筑群，历时 50 多年才基本建成；清代还维修唐代所建的大、小昭寺，扩建了明代三大寺等，新建了罗布林卡新宫、药王庙等。此外，在甘肃、青海、四川等藏族地区也修建了许多佛教寺院。甘肃夏河的拉卜楞寺（1709 年始建）、四川甘孜地区的霍尔十三寺、阿坝的刷经寺、格尔登寺等，都修建或扩建于清代。

布达拉宫是藏族建筑的伟大杰作。它是由宫殿、寺院、城堡、

---

[1] 徐珂：《清稗类钞》稗四〇，《工艺类》，《蒙人织毡毯》。

[2] 同上，《工艺类》，《青海女工勤巧》。



图 3.4.3.1　布达拉宫

碉楼等组成的大型建筑群，集中反映了藏族建筑艺术、绘画、雕塑、工艺美术等方面的卓越成就。布达拉宫缘山修建，高达一百几十米，外观 13 层，但实际 9 层。主体建筑分"红宫"和"白宫"两部分。"红宫"主要有大经堂、灵庙和存放历代达赖喇嘛尸塔的大殿；"白宫"是寝室、会客室、餐厅、仓库和经堂等。在主体建筑前面有一片 6 公顷多的平坦地带，分布着印经院、管理机构、守卫室及监狱等(图 3.4.3.1)。厚厚的石城墙围绕全宫。宫殿的结构是传统的形式，藏族工匠对于砌墙有着熟练的技巧，不立杆、不拉线，但砌缝平整，收分准确。布达拉宫利用山峰修筑建筑，高耸的主体建筑位于山顶，控制整个建筑群，在艺术处理上非常成功。布达拉宫规模宏伟，气势磅礴，堪称我国古代高层建筑的优秀范例。

甘肃夏河的拉卜楞寺始建于康熙四十八年(1709 年)，其后 200 多年又陆续扩建，形成了一组规模很大的建筑群。寺院占地面积约 80 公顷，其中有"扎仓"(意为学院)6 所、大小"囊谦"(意即活佛公署)30～40 所，僧舍不下万余间，还有讲经坛、印经院和藏经楼、喇嘛塔和鎏金铜塔等建筑。若干佛寺、"扎仓"、"囊谦"等大型建筑建在靠近山腰的地方，这些建筑体积高大，色彩华丽(墙为红、黄色，屋顶有金、琉璃等)，在大片低矮的喇嘛住宅

(沿等高线层层向下建造)的衬托下,显得格外突出。拉卜楞寺在不靠山的几面用 500 多间"嘛呢噶啦廊"(内有转经木轮)围起,宛如一条箍带把这一片不规则的建筑统一起来。远远望去,在一片白色的平房中突起若干形体不一的绚丽建筑,殊是壮观。[①]

这一时期藏族的居住建筑仍然是以帐篷和碉房两种形式为主。牧区的藏民居住帐篷,由于季节及放牧形式不同又有冬帐篷、夏帐篷和冬房之分。冬帐篷一般用牦牛毛编织而成,夏帐篷一般用白布、藏布等制成,都可随时拆卸、搬运,很适合游牧生活方式。冬房是由冬帐篷演变发展而成的一种牧民定居房屋。在藏族定居的城市以及以农业为主或农牧业并举的地方则采用藏族独特的碉房建筑。

羌族的建筑自成体系,风格独特,其中以碉楼、石砌房屋为最著名,长期以来形成了一套较为纯熟的建筑技术经验。羌族的住宅建筑呈方形,两层或 3 层,以 3 层居多。碉楼有四角、六角、八角几种形式,最多的有十三四层,高至 10 余丈。羌族的建筑"多为石片砌成,房顶覆以泥瓦或石板,内分间隔。屋顶皆设有晒房,以为曝晒粮食之用。如系 2 层楼,其下为人及牲畜住所,上为晒房。如系 3 层楼,则下为牲畜厩舍,中为卧室及厨房,上为晒房。门窗皆以木制,略似西洋建筑"。[②]羌族的碉楼建筑"以石片砌壁,以木为楼梯,有高至十余丈者,每层均有炮眼,甚为雄壮"。[③]

羌族人民修建住宅,注意从经济、实用和便于生产、自卫等条件来选地用材。一般是在沿河谷的高山或半山坡有耕地和水源的地方修建住宅。建筑材料是当地到处都有的碎石片和黄泥土。施工时,先在地面掘深三四尺的沟,沟内用石片砌成户基,宽

---

① 史理:《甘南藏族寺院建筑》,载《文物》,1961(3),49～57 页。

② ③ 郑励俭:《四川新地志》,380 页,正中书局,1946。

二尺左右，再将黄泥浆涂于石片上砌墙，层层堆砌，内面平直，外面收分。羌族人的施工技艺很高，修建时不吊线，不立杆，全凭目测和经验。砌墙达丈余时，便架木横梁，上铺木板，每层皆然。最上层所架木板支出墙外，构成房檐，既可保护墙壁，又可加宽顶层平台面积。楼顶平台，在铺过木板或石板后，再铺以密结的树条、竹枝，再掺人细黄土，并铺鸡粪土，以锤打坚，厚约尺余。整个建筑坚固耐用，并有良好的防寒隔音效果。

羌族的建筑外表质朴、厚实，稳固的土、石墙面与木质材料相配合，并与周围的梯地坡土和山木相映衬。羌寨建筑的布局充分结合地形，错落有致地分布在半山上。依山修筑的住宅院落，陪衬着高耸的碉楼，构成了羌族建筑的独特风格。羌族精湛的施工技艺，历史上对四川藏族地区有过一定影响。

二、维吾尔族与回族的建筑

新疆维吾尔族地区的建筑很早就形成了独特的体系。伊斯兰教由中亚传人新疆后，在原有建筑的体系上又增加了伊斯兰教特有的建筑因素，形成了中国的维吾尔族伊斯兰教建筑。清代以来，维吾尔族建筑在吸收国内其他民族建筑因素的基础上又有了新的发展。

维吾尔族伊斯兰教建筑有礼拜寺、教经堂、教长陵墓 3 种类型。清代维吾尔族的宗教建筑反映了很高的技术水平。

喀什市阿巴伙加玛札是一组大型的宗教建筑群，包括主墓室、4 座礼拜寺和一所教经堂，始建于 18 世纪。原来规模不大，经不断改建和扩建，形成现存的规模。其中，大门、高礼拜寺、低礼拜寺和教堂是一个组群。这几座建筑相互毗连，构成进入陵墓前面一个非常华丽的场面；其中以高礼拜寺的造型最为引人人胜。主墓室是这座大型陵园的主体建筑(图 3.4.3.2)。结构是在内部由 4 个大尖拱支持一个穹窿顶，而大拱四周又用厚墙支托，

同时在墙的四角上用塔楼固定，外面用绿琉璃镶面和部分白墙面相结合，整个建筑造型稳重简练而又不呆板。内部全部刷白，气氛十分静穆。每一建筑的装饰都非常考究，多种装饰手段综合使用，形成了特殊的艺术气氛。①



图 3.4.3.2 阿巴伙加玛札主墓近景

建于乾隆年间的吐鲁番的额敏塔，独具特色。砖塔平面呈圆形，内部中空，中心砌通高圆柱，圆柱与外壁间有木制螺旋梯级，可登至塔顶圆亭，亭顶为砖穹窿。② 砖塔上有砖拼成的装饰图案、线脚以及用砖组成的凹凸面，塔身又有收分，因此各层砖的形状均不相同，施工时需将砖砍磨成多种形状。整个塔的砌筑质量非常精细。

维族的住宅也很有特点。房屋样式多为“平房，垣粉四周，上出天窗”。③ 南疆的喀什、和阗等处用砖、土坯、外墙和木架、密肋相结合的结构，依地形组合成院落式住宅。院子周围以平房和平顶楼房相穿插，而前廊建列拱，空间开敞，体型错落，灵活多变。吐鲁番地区的土拱式土木混合建筑，底层是土拱，楼层用土墙承木构平顶，或有在楼层土墙内采用木柱。院内以葡萄架加强绿化

① 刘敦桢:《中国古代建筑史》，399 页，中国建筑工业出版社，1984。

② 中国科学院自然科学史研究所主编:《中国古代建筑技术史》，367 页，科学出版社，1985。

③ 王曾翼:《回疆杂纪》，《小方壶斋舆地丛钞》第二帙。

和起防晒作用，并联系各组房屋。农村住宅则多在楼层以上坯砌出四面透空花墙的葡萄荫干房，形成这一地区的特有风光。

清代回族的宗教建筑有较大的发展，先后在全国许多地方都修建了回族清真寺建筑，如宁夏同心县的北大寺、青海西宁的东关大寺和内蒙呼和浩特清真大寺都建于清代，北京约 20 座清真寺建于清代。

宁夏同心县北大寺始建于乾隆三十六年(1771 年)，光绪年间重修。大寺居于高台上，利用天然高地加以填土夯实及砖砌而成。礼拜寺由两进院落组成，第一进主要为水房等设施，第二进为礼拜殿。规模不算大，但也可容 600～700 人。大寺砖雕及木雕丰富精致。木构不施彩画，仅涂以清漆，但显露出木料质地。由于木质好而显得朴素美观，别具特色。

三、蒙古族、鄂伦春族与鄂温克族的建筑

清代蒙古族在建筑方面的成就比较突出。清代是蒙古族喇嘛教建筑发展的鼎盛时期。从清初到清末，在呼和浩特及各盟旗所建喇嘛庙不下一千处。呼和浩特召庙林立，素有"召城"之称，著名的席力图召、大召、五塔寺召都修建或重建于清代。此外在其他地区也有不少著名的召庙，如座落在固阳县五当沟的五当召、阿拉善盟阿左旗的延福寺等。蒙古族喇嘛庙建筑接受了藏族文化，又吸收了汉族文化，将藏、汉风格糅合在一起，在建筑造型上有许多创造，在建筑技术上也多吸收了汉、藏的经验与做法。

喇嘛庙建筑大体可分为藏式、汉式和汉藏混合式 3 种形制。建于康熙年间、重修于乾隆年间的五当召是藏式建筑的杰作。其建筑形式以扎什伦布寺为蓝本，占地 20 公顷，尚存 6 座大经堂以及活佛府、骨灰堂、喇嘛住宅 2 500 余间。经堂建筑依地势由

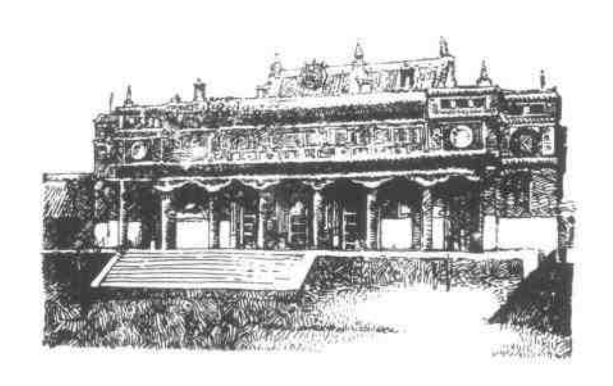


图 3.4.3.3 席力图召大经堂外观

低往高,层层向上,错落有致。整个建筑群十分雄伟壮观。[1]席力图召为汉藏混合式建筑的代表,建筑布局采用汉族传统的中轴线对称手法。主体建筑大经堂重建于康熙年间,经堂建在高台上,外墙用砖,屋顶也用汉族建筑的构架形式,但整个平面和空间处理,仍是藏式寺院经堂特有的方式。大经堂外镶琉璃砖,门廊很大,上面满开米红色窗户,檐口饰带很宽,并和屋顶的琉璃瓦檐组合起来,上面的鎏金饰物也不少,使这一建筑在外形上显得十分华丽且有气派(图 3.4.3.3)。

在居住建筑方面,这一时期王公贵族还修建了一些壮观的汉式宫室建筑。在半农半牧地区,还出现了土木结构的蒙古包式建筑,即圆形的土墙屋。农区蒙古族则逐渐习惯居住汉式平房。

鄂伦春人传统的建筑为"斜仁柱",是一种圆锥形的住屋。搭盖"斜仁柱"的材料,主要是细树杆和桦树皮等。一个斜仁柱要用

① 纵横:《阴山古刹 五当召》,《内蒙古风物志》,101~102 页,内蒙古人民出版社,1985。

30 多根 4 米左右长的木杆搭成圆锥形的架子。冬天覆盖狍皮围子，夏天用桦皮围子。制作桦皮围子（即“铁克沙”）需先将剥薄后的桦皮蒸煮，晾干，使桦皮变得柔软耐用。最后用马尾线连接起来，并用薄桦皮镶边，四角及周围钉有皮带。[①] 建造斜仁柱均就地取材，搭卸运输方便，适合游猎生活。一个斜仁柱住一个家庭。鄂伦春人在 50 年代初期以前，主要居住在斜仁柱内，后逐步建筑瓦房，实现定居。

鄂温克人早期的建筑是与斜仁柱类同的“奥布海柱”。17 世纪以来，一部分鄂温克人同蒙古族接触后由游猎转向游牧。他们原来的住所由介于斜仁柱与蒙古包之间的“俄儒格柱”所代替。“俄儒格柱”用 30～40 根木杆搭成圆锥形架子，夏天用桦皮覆盖，冬天用毡子覆盖。由于与汉族和满族接触不断增加，清代一部分鄂温克人已开始建造了定居的房屋。[②]

四、彝族与白族的建筑

彝族的建筑技术也达到了较高的水平。四川凉山地区的彝族建筑包括土筑墙、石砌墙建筑以及木质建筑类型。彝族村寨都建有碉楼，一般为三四层楼的方形堡垒，一般与住宅连接。这种建筑，因地制宜，用土夯筑，每边墙采取逐层收分，内里用竹条作筋，十分稳固。此外还有利用山区大量石料，以块石粘土砌成，逐渐收分，这种石砌墙也十分坚固。彝族木结构建筑的特点是，屋架采用多柱扇架，利用杠杆平衡原理，采取多层出挑，挑头作向上弯曲处理，这样处理美观而实用，可与汉族的斗拱做法相媲

① 赵复兴：《鄂伦春人的原始住所——斜仁柱》，载《人类学研究》续集，134～146 页，中国社会科学出版社，1987。

② 西清：《黑龙江外记》卷 6。

关。[1]

云南彝族的土掌房也很有特点，它用土墙承重，室内有木柱，以木楞构成平顶骨架，上铺柴草，抹草泥为平顶。

白族的建筑技术是在汲取汉族建筑的基础上发展起来的，并逐步形成了独特的风格和技艺。清代以来，庭院式的重檐瓦房已成为白族的主要住房形式。明清时期白族的住宅仍有遗存，这些住宅每幢三开间二层，重檐瓦顶，以木构架承重；梁柱粗壮、加工整齐，梁下花牙子有厂头斗拱支承，而梁架雕刻很多，简朴大方。梁头雕刻也多，且技艺精湛。屋顶构造很特别，椽子上铺篾笆瓦衣，并拴牢，再填苫背后铺瓦，这种顶面异常牢固。白族的住宅建筑以"坊"为单位，即一幢三开间的两层房。由坊组成院落，院落的形式有"独坊院"、"两向两坊"（两坊成曲尺形）、"一向两坊"（两坊平行）、"三坊一照壁"（三坊房层一堵照壁）、"四合五天井"（四坊房组成的四合院）、"六合同春"（"三坊一照壁"或"四合五天井"的重院），平面布局的这六种形式已经规范化，其中"三坊一照壁"的形式最为典型，反映了白族住宅建筑的风格。白族的建筑注重抗震防风，施工质量也很高。抗震的主要措施是多用串枋和认真扣榫。白族住宅以木构架承重。"串枋"是用整根挺直的木枋，穿过木柱的对穿榫眼，把一排柱子串连起来，使其成为一个整体。按其位置串枋又分为"三间箍"、"三间串"、"穿枋"三种。这些"串枋"把整幢屋架立柱的上中下各部严密地串连起来，使构架达到了很高的整体性，大大增强了屋架的抗震能力。[2]

---

① 吉木布初、黄承宗：《凉山州彝族古代建筑小考》，载《四川文物》，1919(1)，18—50页。

② 夏光辅：《白族的建筑技术》，1990年第三届全国少数民族科技史学术研讨会论文。

白族地区多偏西风，所以住宅的主房大多背西向东，而后墙和山墙不开窗或开小窗。照壁或院墙也较高大，都起到了挡风的作用。

白族爱好造型艺术，外形装饰绚丽精致。现存清代建筑，装饰手法很多，如彩画、木雕、石刻、泥塑、镶嵌、铺地，等等，都十分考究。

五、纳西、傈僳与独龙等族的建筑

这一时期纳西族的建筑技术也得到较大的发展。纳西族的寺庙建筑是在吸收汉族和藏族的建筑技艺上发展起来的，但也具有自己的特色，如建筑的楼角翘度平直和斗拱层叠。此外，门目的布局方式也很特别。随着与汉、白等族的经济文化联系的加强，纳西族的居住形式有了新的变化。清代以来，在丽江城镇和坝区，开始流行以木石为结构的瓦房，即"三坊一照壁"或"四合五天井"住宅。这种建筑形式深受白族、汉族住房格局的影响。[1]纳西族传统的井干建筑仍然普遍存在，类似的建筑也为澜沧江、怒江流域的傈僳、怒、独龙等民族所采用。

井干建筑一般被称为"木楞房"，平面成长方形，外墙和内墙均是由去皮圆木或砍好的方木层层相压构成。楞木两端交叉点上下都开有槽口，互相嵌固。各楞木上下相叠，将上楞底面通斫成凹面，压合在下层圆木上，相当稳固，且可防止雨水流入。屋面为悬山顶，坡度平，檩上无椽，直接铺木片，再压石头即成，也可固定木瓦。这种建筑分楼房和平房两种。

傈僳族除了采用木楞房外，很多村落还有另一种竹木房，以竖立的木柱和横木杆为架，以竹篾或薄木板或竹席围成墙，房顶上覆以茅草或木板，板上压上石块。门开在房子的两端，因房的

---

[1] 《纳西族简史》编写组：《纳西族简史》，107页，云南人民出版社，1984。

下部架空，所以设木梯，即所谓的“独木梯”。门用竹篾或薄木板制作，在门前人字形的檐下，留出若干距离的地方作为凉台，可避日光和雨。也有少数的傈僳人（如腾冲一带）采用了汉式的房屋并且有院落。[1]

独龙族的住宅建筑与傈僳族大致相同，分为两种住房形式，一部分村寨用木楞房，另一部分则用竹木房。[2]

六、侗族与苗族的建筑

侗族的建筑技艺具有很高的水平，鼓楼、凉亭以及长廊式的“风雨桥”是侗族建筑艺术的结晶。

鼓楼是侗族村寨独具风格的建筑物。据方志记载，侗族地区于明代已建有鼓楼。现存鼓楼，均建于清代中叶和末叶，分布于黎平、从江、榕江、三江、通道、龙胜等县。鼓楼为木质结构，大都用4根大杉木为主柱，直达顶层；另立副柱加横枋竖立于其上，向四面伸展。全以木榫、木栓穿合，扣合无隙，结实牢固。鼓楼大多下部呈方形，上面瓦檐呈多角形，飞阁重檐，层层而上。楼顶多呈伞形，上竖桅杆或垒叠陶瓷“金瓜”、“葫芦”。顶盖下层，有的围以木格或累积角形木花，有的于横枋、四壁彩绘龙凤麒麟、鸟兽花卉、山水人物，造型十分美观。鼓楼外貌，巍峨庄严，雄伟壮观。其中以从江县的增冲、信地，黎平县的已堂，通道县的马田，三江县的马胖，龙胜县的龙坪等地的鼓楼最负盛名。“增冲鼓楼”，建于乾隆年间，高四五丈，共13层，呈六角形，顶上两层，檐角曲

---

① 陶云逵：《碧罗雪山之傈僳族》，载《历史语言研究所集刊》第十七本，商务印书馆，1948。

② 中国社会科学院民族研究所云南少数民族社会历史调查组：《独龙族简史简志合编》，32页。

翘，檐下以木积成朵朵木花，尤为壮丽（图 3.4.3.4）。[1]

侗族的凉亭也风雅别致，多建于山坳或石桥上，供行人休息。新晃县中寨之“石凉亭”，建于咸丰年间，亭柱及四壁均以青石垛砌，仅亭顶以木为梁，现仍然结实坚固，屹立于山坳。

侗族的“干栏”楼房，多为外廊式两层楼房，全部木质结构，多是三间相连，每间宽约丈余，两端有偏厦，盖青瓦或杉树皮，四面流水。三江一带还有一种若干幢连在一起的大楼房，廊檐相接，可以互通，多系一房族内若干户共同居住。有的楼房高达3层。有的还于楼前檐附以木格门窗，龙头穿柱，檐柱吊以“金瓜”，房窗安有花格或雕镂龙凤，造型美观，富有浓厚的民族特色。



图 3.4.3.4
从江“增冲鼓楼”

侗族的造桥技艺也很精湛。侗族的桥梁有木桥、石拱桥、石板桥等。其中长廊式的“风雨桥”最为独特。“风雨桥”大多建于清末，多属石墩木身桥。建于民国五年（1916年）的三江县“程阳桥”是其中出色的一座。它全长64.4米，分四孔五墩，每孔净跨14.2米，桥宽3.4米，高16米。用8根连排杉木分上下两层，重叠于桥墩之上，铺以木板，竖柱立架，覆盖青瓦，成长廊走道。顶上有5座亭阁，当中的一座是4层六角，两边各有一座为四层四角，另两座则是5层殿式楼亭。远远望去，重瓴联阁，层层叠叠，

[1] 《侗族简史》编写组：《侗族简史》，138～140页。



图 3.4.3.5 三江县程阳桥

十分壮观(图 3.4.3.5)。

苗族的木构建筑技术历史悠久,水平很高。这一时期有代表性的建筑为民间住宅。贵州苗族的住宅多地处山坡,建筑群的组合形成了多种拼接方式:有成对房屋组成院落;单开间拼联,单幢住宅间用楼梯联成一排;各宅平列顺应等高线曲折地势布置;还有三合院或四合院式的住宅。苗族住宅与侗族建筑在梁架及外观形式上有类似之处,但多层屋檐则为侗族建筑的突出特点。苗族的单体住宅,三开间为较普遍采用的形式。如清代已有的三开间、二层加阁楼住宅,以堂屋为中心,卧室不大,反映了苗族住宅的特点。黔东南以木结构为主的住宅,承重构架由立柱、横梁、瓜柱等组成横向排架,纵向用穿枋拉接形成空间构架。挑廊做成吊脚楼形式。外墙与隔墙多用木板,采用土墙的也有。门窗为木格窗,堂屋大门为双扇,有的还另设腰门,过梁用木枋或木板。屋面用稻草或青瓦及杉树皮,屋脊用瓦作装饰,檐口利用木质作局部处理。[1]

湘西苗族大多居住在山上,他们就地取材,建造的石屋别具

---

[1] 中国科学院自然科学史研究所主编:《中国古代建筑技术史》,396~399页。

一格。这种石屋，有平房，也有楼房。墙无勾缝装饰，但石块交错有致，犹如一幅完整的青灰色图案。当地苗族还用厚石块造踏梯，做花台，把磨光的石块镶在堂屋前的地上，光滑洁净。有的苗族人还把薄石块盖在屋上，明暗合缝，别有特色。

七、壮、傣、景颇等族的建筑

壮族传统的建筑为木结构的干栏式建筑。各地方的干栏式样不尽相同。有的3间一幢，一明两暗，中间为堂屋，有大门，光线明亮。堂屋的左右两间要从堂屋的小侧门进去，只开一个门，外墙没有门，光线较暗。也有5间一幢的，正中间为3间大屋，除中间有大门外，其他两间通常各开一小门。每幢房子的正门或偏侧，一般还有用竹木搭成的晒台。从地面进入大门需爬楼梯。少数富裕家庭的干栏式住宅非常庞大，有的面阔5间，高达3层。上层的堂，两侧各加过间，形成较大的空间。堂后置卧室数间，外部伸出，称为挑廊，并利用屋顶做成阁楼，巧妙地处理了内部的空间。在经济发达的平原地区，干栏多为砖石结构，即除了楼板和隔墙用木板外，四周墙壁用砖石砌成，屋顶盖瓦。小型的干栏房子一般以宽12尺、长24尺、高16尺为度，较大型的则以宽16尺、长32尺、高24尺为度。[1]

傣族的传统住宅建筑也是干栏式建筑。近代傣族地区因受汉文化的影响，有的地方也仿效汉族建起了土墙茅草或覆瓦的平房，但西双版纳全境和德宏地区的瑞丽等地，仍然保持干栏式建筑。傣族的干栏，结构以木质居多，但也有全部用竹料的。房屋平面多横长形，下部作圈畜、碾米场、粮囤之用，楼上住人。楼梯置于室内或室外，不拘一式。上层前部为宽廊和晒台，后部为堂屋和卧室，堂内设火笼和佛龛。土司头人的住宅要比普通人

1　黄现璠等：《壮族通史》，663～664页，广西民族出版社，1988。

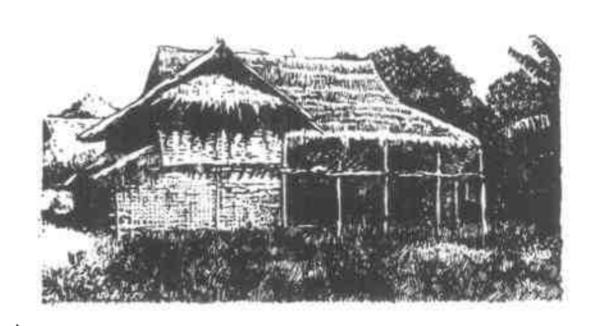


图 3.4.3.6

的住宅大许多(图 3.4.3.6)。车里宣慰府是一座大型干栏建筑，全楼用 120 根大木柱架成。楼上隔为大小若干间屋，四周都有走廊，歇山瓦顶，大跨，陡坡，低檐柱，楼下空无遮栏。

这一时期傣族的佛寺建筑有相当高的艺术水平。佛寺一般由主要建筑佛殿、经堂和僧房等组成，各寺原均有塔。佛殿屋顶的处理很有特点，屋顶依纵向分为三至五段，用歇山式。屋面分成两段：上段悬山跌落，下段为四坡；上部作举折凹曲面，下部尾面较平直。大型佛殿再加重檐柱，屋顶为重檐。这样处理，并没有给结构增加多少负荷，但依靠柱子和檩条位置不同，实现了造型上丰富多彩的变化。傣族的佛塔群具有十分独特的风格。位于德宏潞西县风平的大佛殿重建于雍正三年（1725年)，其中有两座典型的傣族佛塔——熊金塔、曼殊曼塔。塔下有复杂的亚字形基座。塔身修长，周围以小塔和怪兽陪衬。多变的轮廓和丰富的雕饰，使这种形式的佛塔显得格外美丽夺目(图 3.4.3.7)。①

景颇族的住宅也是典型的干栏式建筑，可分为低楼和高楼

① 刘敦桢：《中国古代建筑史》，365 页，中国建筑工业出版社，1984。

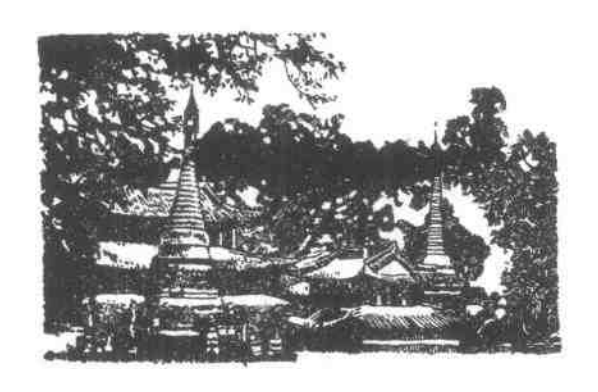


图 3.4.3.7　云南潞西县风平大佛殿外观

两种形式，而低楼更具有代表性。底屋高不足一米，楼上檐也很低，出檐很大，因长面不便出入，故门口皆置于山面。楼上为居室，底层不用而增建前廊，位于入口前，作畜圈或存放杂物之用。干栏为纵向列柱式结构，用三列木或竹的纵柱上架脊檐组成三个承重架子。没有梁架，横向并不要求柱子成行。柱子栽入地内，不用础石。①

干栏式建筑为我国许多民族所采用，除了我们已经提到的几个民族外，瑶、京、水、布依、土家、基诺、崩龙、拉祜、布朗、佤以及台湾的高山族都采用过这种形式的建筑，并且目前在这些民族地区仍然存在。此外，东北地区的某些民族也有类似建筑，部分汉族也采用这种建筑形式。　（冯立升）

第四节　造纸、印刷与矿冶

清代到民初，少数民族在造纸、印刷以及矿冶方面也有许多成就和贡献。少数民族根据自己地区的条件，发展起了与其民俗

① 中国科学院自然科学史研究所主编：《中国古代建筑技术史》，389 页。

和资源相适应的造纸与印刷工艺,同时在总结前人经验的基础上又不断有所提高。对于民族地区矿业资源的开发以及冶铸业的发展,这一时期少数民族的贡献十分突出。

藏族很早就掌握了造纸技术。文成公主入藏时随身带去许多技师和工匠,其中就有造纸匠,因此藏族造纸的历史可以追溯到一千多年以前。随着藏族科学文化和其他事业的发展,对造纸提出了更高的要求,清代出现了多种品质的纸张。藏族早期的纸为写经用纸,原料多为麻质。清代藏族的印刷业已较发达,对纸的需求量大增,促使藏族寻找新的原料,从而利用当地资源造纸。藏族造纸用原料有瑞香科的瑞香狼毒(Stellera Chamaejasmel)和山茱萸科的灯台树(Cornus Paucinervis Hance)以及杜鹃科的野茶花树。瑞香狼毒是一种多年生草本植物,草根纤维好,造出的纸韧性很好,因有毒性,可免虫蛀、鼠咬之害,经久不坏,最适合于印刷经书。著名的德格印经院专门采用这种原料所造的纸,当地藏民称这种草为"阿交如交"。藏族造纸技术与中原大同小异,但原料都为青藏高原野生植物。这些原料的发现与利用,是藏族对造纸术的一项重要贡献。

藏纸质量不一,厚薄有别。上层领主和喇嘛所用的纸较厚而又坚韧,质量很好,纸色略呈浅黄,纤维束少。一般人用的纸较薄,纸上多分布未充分分散的长纤维。尽管如此,藏纸都有很高的韧性和抗蛀性,比较耐用。①

清代黄沛翘《西藏图考》收录了查礼(1716～1783年)所写的一首"藏纸诗"。其中写道:"孰意黄教方,特出新奇样。臼捣拓皮浆,帘漾金精让。取材径丈长,约宽二尺放。质坚宛茧练,色白施浏亮。涩喜受腧麋,明勿染尘障。题句意固适,作画兴当畅。裁

① 潘吉星:《中国造纸技术史稿》,132页,文物出版社,1979。

之可弥窗，缀之堪为帐。何异高丽楮，洋笺亦复让。"[1] 清代的藏文佛经纸坚韧，纤维交结均匀细密，确实不亚于当时的西洋纸。

藏族的造纸技术，在文献中缺乏具体的记述。过去藏族地区的土法生产大致可以反映清代至民初藏纸制造工艺流程的概况。以德格印经院所用狼毒根纸为例，洗净草根并将其捣碎，除去杂质放入锅中用石灰水煮，煮后的纸料用水洗干净放入桶中打浆，打浆时须添加大米汤或仙人掌汁，以起到类似于纸药水的作用。将纸模置于水面并将所打成的纸浆倾倒于其上，再用小棍敲击使之分布均匀，然后晒干揭下即成纸。又如灯台树皮造纸，砍下幼树或幼枝去叶打捆，水下沤制 7～8 天后撕成麻状，清水漂洗并捣碎，再施行蒸煮等手续。德格印经院所用纸张的生产是通过派差进行，当地"活差"每年给印经院上交纸 1 700 张。

藏族的印刷工艺是从明代开始发展起来的。明永乐帝于 1408 年铜刻印成全套《甘珠尔》经，印刷术才始传入西藏。此后藏族地区陆续出现了木刻和铁刻藏文经书。西藏日喀则拉当寺有一座用作印经院的大殿，这座大殿是在 300 多年前因喇嘛减少改为印经院的，它是西藏最早的印经院，300 多年来一直以手工印刷，在经院中还藏着完整的《丹珠尔》和《甘珠尔》经版，据说是藏区最早的刻版。这些经版的第一部印本，现藏于扎什伦布寺内。此外这里还有清代佛像画的刻版，也十分精美。[2]

久负盛名的德格印经院是藏族最大的宗教印书院。德格印经院始建于清雍正七年(1729 年)。据藏文《德格世德颂》记载：第四十二世德格土司登巴泽仁是这座印经院的创建人。德格印经院建立后不断得到扩大和充实。它印的经典很多被各地寺院

---

[1] 黄沛翘：《西藏图考》卷 3，[illegible]。

[2] 王毅：《西藏文物见闻记》(二)，载《文物》，1960(8)(9)，58～60 页。

作为珍本收藏。德格版的工艺十分细腻。秋天砍伐刚落叶的红桦，用斧头顺纹路劈成版块，然后用劈下的红桦木屑沤火，把版子熏干，接着把版块放在羊粪中沤一冬天，再取出来水煮、烘干、刨平后，才雕刻。刻好的版经过校改后放到酥油中浸泡一天，取出晒干，最后用"苏巴"草根熬水将版块洗净，一块经版才算制成。经上述工序制成的印版，不仅字迹清晰，而且经久耐用，久藏不朽。因此，这里印刷的藏文典籍在国内外享有很高声誉。印经院收藏经版数量很多，历史上收藏印版最多时期达 30 多万块。在解放前夕，整个印书院有经版 21.7 万多块。德格印经院不但以收藏印版数量之多著称，而且还以藏版内容丰富而闻名。印经院至今还存有《甘珠尔》、《丹珠尔》、《宗喀巴全集》、《萨迦全书》、《西藏宗教源流》、《居悉》、《医学总集》、《水晶蔓医清》、《索玛绕扎医书》、《诗例》、《古茹体扎》等数百部印版。这些有关佛教、历史、医学、哲学、天文、文学艺术、工艺等方面的丛书和专著，是藏族文化的宝库。印经院收藏的印版，一般是两面雕刻，每块印版都有手柄，厚约两寸，长约 0.33 米。无论是文字还是图画，刻制均很有功夫，刀迹光洁而清晰，工艺十分精湛。[①]

同样具有历史影响的还有甘肃省拉卜楞吉祥集寺内的印经院。18 世纪中叶，第二世江央谢巴普勉旺布将格鲁派的许多经书印刷后存放在此。此外，位于布达拉宫附近的雪拉康也是很有影响的印经院。本世纪初十三世达赖从印度返回时对五世达赖时创建的这所印经院进行了扩建，将《甘珠尔》等许多经书进行了印刷。[②]

清代维吾尔族的造纸技术也有一定的水平。清人所著的《西

① 格勒：《甘孜藏族自治州史话》，149～156 页，四川民族出版社，1984。

② 东嘎·罗桑赤列：《藏族的印刷》，载《西藏研究》，1985(1)，155 页。

域图志》卷四二载:"'喀阿斯',即纸也。以桑枝条捣烂为之。色微带碧。其光洁者,略似高丽纸。"① 在清人萧雄的《听园西疆杂述诗》中也有记载:"南八城出纸,以桑皮、棉絮、麻缕之类,捣烂为之,厚薄大小不一,质柔而牢,精者磨以石,尚光泽,即茧丝、鱼网之遗制也。"② 说明维吾尔族当时可以造出不同品质的纸张。

满、蒙两族与汉族一直有着十分密切的经济和文化联系,用纸的历史很长,但独自造纸却要晚一些。清代《三国演义》、《红楼梦》等书被译成蒙文,在蒙族中流传。这些蒙文写本及当时的蒙文文书,用纸原料多为麻类,由当地制造。纸较厚,表面有淀粉浆,可双面书写。传世的"满文老档"及《诗经》、《三国演义》的满文抄本,有一些是用满族地区所造的麻纸抄写的。满、蒙两地的麻纸较厚,机械强度大,抗老化,100～200 年前的遗物看起来还像新纸。③

蒙、满两族的印刷技术在这一时期得到了很大的发展。顺治七年(1650 年),《三国演义》满文译本雕印成书,供八旗学习,作为指导其官员经国治民的兵书。乾隆年间,藏文《大藏经》被译成蒙文,以《甘珠尔》、《丹珠尔》为名雕版印刷。《大藏经》的满文译本也被朱色印刷。④ 康熙五十年至五十一年(1702～1703 年),由蒙族与其他民族学者编写的蒙文《康熙御制汉历大全》一书刊刻印刷。另外流行于世的蒙文版《交食表》和《天文原理》,与此书为同一种书的 3 个不同版本。⑤

---

① 转引自《维吾尔族史料简编》上册(冯家昇等编),259 页,民族出版社,1981。

② 萧雄:《听园西疆杂述诗》卷 3,《艺术》。

③ 潘吉星:《中国造纸技术史稿》,141～142 页。

④ 柳毅:《中国的印刷术》,149～150 页,科学普及出版社,1987。

⑤ 斯登等:《蒙文〈康熙御制汉历大全〉一书初探》,《中国少数民族科技史研究》第二辑,68～74 页。

这里特别应该提到开创蒙、藏、满文铅印事业的出版家特睦格图。特睦格图(1888～1939年),蒙古族人,通晓蒙、汉、满、藏4种语言,俄、日两种文字。1914年,在京任蒙藏院总裁贡王的首席翻译官、典礼司员兼蒙藏学校教授,因感改善落后的民族教育之根本在于书籍之印刷,乃决心致力于中国蒙文铅印的发明,遂于1915年,经仔细研究中外铅印工艺之后,始用牛角刻出85种字型,但质量不过关,未获成功。他又改用日本黄洋木料,手刻数百蒙文字头,字型略有改进。但津京不能承制,又无经济援助出国制作,因而第二次受挫。到1919年,在贡王等人的支持与帮助下,他学习了日本雕刻技术,初步制成蒙文铅字铜模。据曾在特睦格图北京蒙文书社工作的希巴雅尔回忆,汪印侯(即特睦格图)是用黄洋木做刻料(刻皮坯)先在药纸上写好 (一字为例),过印到黄洋木上用刻刀刻成反的,由铸字机翻成铅字正 凹,再翻一次,便成反铅字凸,将这个铅字修刻(枷在特制枷具中)经过在细磨上(磨剃刀的细磨石)磨完字面加工后,这就可以制造铸模用了。黄洋木是非导体,不能镀铜,需变成铅质字,步骤是:

纸上是正字

木质是反1凸铅质

正2凹

铅质是反3凸铜模

正4凹

铅字是反字,印出书来又是正字。

将用过的木质 ,从中间用薄刀劈开,变成二字

由铸字机翻成反铅字之后,又把木质反字,再从中劈开就铸出9个单个铅字等字模底的铅字了。

使用这样方法,选写二十几个蒙文字,刻二十几个蒙文, 木

模便制成两副蒙文模底子，将此排成芯子模型，放入硫酸铜电解液中，通过电流，在模型上镀上铜，镀成一个小纸钱那么厚，就可出缺，再经过多次加工，便制成两副蒙文字模。汪印侯就是这样创制蒙文铜模的。又经反复试验，多次改进，于1922年冬，中国蒙文铅印终获成功。他旋又开创了我国满藏铅印。1923年春，特睦格图在北京创办了蒙族第一家出版社——蒙文书社，并联合在京蒙族学人兴办了蒙文印刷厂。在其影响和带动下，国内相继兴办了一些蒙文印刷厂，如沈阳的东蒙书局、商都的察盟蒙文印刷厂等，都是在引进其技术的基础上先后在1925～1926年间建成的。甚至上海商务印书馆，外蒙（蒙古国）也曾引进其技术。从1923年至1925年，蒙文书社铅印了大量的蒙文书籍，此外还出版印刷了蒙、藏、汉文字典以及蒙藏文经卷多种（其中第一部铅印藏经文献《十轮王佛咒》是由九世班禅亲自校阅付印）。仅由特睦格图编著、翻译、校注出版印刷的蒙、汉、藏、满文书籍就多达50余种，10万册以上，这在我国出版史上，至今享有盛名。[1]

清代以来，鹤庆仍然是白族的造纸业中心，白棉纸、草纸、红青梅纸的生产都有一定规模。现存清代西南地区的一些经书、志书，有的就是用鹤庆白棉纸印刷或抄写的。此外，白棉纸还远销到缅甸、印度等国和国内的西藏地区。[2] 大理白族的造纸技术在清代也十分发达，纸的质量在云南也是首屈一指的。清人曹树翘记载："云南产纸之处甚多，皆楮为之，惟大理纸光致莹洁，坚实精好。洱水苍山，得川原之灵气为多，用为帘帏厨帐，清风素影，令人飘然有尘外之想。明时进本纸亦用此纸，并以造笺。厚粉重色，加以云母而洒金，一笺，重至五六两不等……今不以写本造

---

① 纳古单夫：《中国蒙文印刷专家特睦格图》，《中国少数民族科技史研究》第1辑，230～236页

② 杨聪：《大理经济发展史稿》，142页，云南民族出版社，1986。

笺，而纸乃全其真矣。”①

广西的瑶、壮族人民在这一时期也因地制宜发展起了造纸业。广西盛产竹木，造纸原料十分丰富，其中竹与纱树皮纤维质成分很高，发酵腐化也容易，是手工造纸所常用之原料。壮、瑶族的造纸业的原料主要是纱树皮和竹，民国初期广西壮、瑶族的手工造纸仍很发达。当时用土法生产的纱纸品质较高，而竹纸却较差，所以纱纸生产较为人们所重视。制造纱纸除纱树皮外，还要有两种辅助原料：一为石灰，煮纱皮时加入，可使纱皮腐化；一为胶水，把它加入以胶结捣碎的纱皮，实际上起着纸药的作用。制造纱纸要经过泡纱、煮纱、洗纱、捶纱、搅纱、捞纸和干纸几道工序才能得到成品。②

清代以来，其他一些地区的少数民族也发展起了自己的造纸工艺。如金川地区的少数民族在清代也掌握了较高的造纸技术。清人李心衡《金川琐记》载：“夷人亦解造纸，剥取楮树皮入锅煮烂，复用杵椎捣，澄诸清水中，竹帘木槭并如汉式，随造随晒，顷刻可成，虽极坚韧，然质厚理粗，不堪供书写。其有细薄者，颇似高丽纸。楮树自一二尺至五尺不一，遍地皆有。”③说明当地少数民族利用当地原料可以生产出不同品质的纸。当地的少数民族还掌握了印刷技术。《金川锁记》载：“碉楼如小城，下大巅细。有高至三四十丈者……耳顶上四围遍竖杂色布旗，旗各印刷佛经，以多为贵。”在大、小金川都建有“转经楼”这种特殊的民族建筑，“中设机轴如车轮，四周刻佛像、罗列经卷印布，手椎之即旋转，俗称转经楼。谓推转时佛像经卷尽从身过”。④这种在织物上印刷佛经的技术，我们从文献上还找不到更早的例证，大概是当

① 曹树翘：《滇南杂志》，《小方壶斋舆地丛钞》第七帙。

② 黄现璠等：《壮族通史》，458～461页。

③④ 李心衡：《金川琐记》，《小方壶斋舆地丛钞》第八帙。

地人民的一项创造。

清代纳西族也在本地发展了造纸业。在北京图书馆、中央民族大学、云南省博物馆等单位均有清代纳西族的写本经书(东巴经)和其他书籍,所用多为当地所造厚纸。这种纸厚重坚韧而无帘纹,砑光后可双面书写。

从清代到民初,造纸术及印刷术在各民族地区先后普遍发展起来,各民族对于造纸与印刷术的推广应用都做出了贡献。

这一时期少数民族对边疆民族地区矿业和冶铸业的发展也有重要贡献。

维吾尔族的采矿、冶金业在清乾隆统一新疆前已达到一定的水平,各种金属生产工具和日用品大都能自己生产。新疆矿产品的种类丰富,当时开冶的数量也多,足以自给。《西域图志》卷四三载:"回部所产五金:有黄金……白金……红铜……黄铜……而无青铜。有铅……铁……锡不多产……又有水银,硇砂……硫磺……硝……硇矿产天山中……亦有金钢钻……可以切玉。"此外又载:"至于铜铅所产足储泉府之源。盐铁所资,取给民生之用,百产滋丰,地不爱宝,凡与中土比埒。"[①]《西域闻见录》卷二载:"布古尔上产……红铜。"当时采矿工作是由维吾尔族工人承担。《平准方略续编》卷一五载:"乾隆二十七年五月庚戌,上谕军机大臣曰:'海明等据阿克苏可奇木……'呈:现在采铜回人一百户……不敷差遣。请设……回人二百户。"统一前维吾尔人虽已知冶铸生铁之法,但还不够精熟或普及,虽"能熔铸犁铧,于锤、链、刀、镰等器,未为熟习"。[②] 18世纪中叶以后,维吾尔族的矿业主要有:喀什、伊犁两处用于军火

① 冯家昇等:《维吾尔族史料简编》下册,254页,民族出版社,1981。

② 冯家昇等:《维吾尔族史料简编》下册,430页。

的铅矿，南疆乌什、拜城、阿克苏、赛里木等处的铜矿，以及北疆昌吉、伊犁等处的铁矿等。当时维吾尔族人民已积累了丰富的找矿经验。如《清宣宗实录》道光九年（1830年）五月己丑："阿克苏税外铜斤，从前系派回子协同兵丁包挖……赛里木、拜城回子，久住山内，皆能辨识铜苗，情愿采铜交纳粮……所有赛里木拜城回户，准免征粮二千六百八十九石零，折交铜一万六千二百斤。"昌吉、伊犁处生产的铁矿多被用来铸造农具和其他日常生活用具。当时维吾尔族铁、铜等金属器具使用十分普遍，可知制造铁、铜器具的手工业是相当发达的。

蒙古族在开发自然资源方面也有一定发展。如这一时期呼伦贝尔、扎鲁特、阿鲁科尔沁、苏尼特、察哈尔、鄂尔多斯及阿拉善等产盐、碱地区，均有蒙古族人民从事盐、碱业生产。雍正时就有人在雅图沟开采铅矿。清中叶，一些蒙古王公在喀喇沁、土默特、阿拉善以及喀尔喀用土法开采金、银、煤矿，多数情况是招汉商承包，少数直接雇佣蒙、汉人民开采。此外，还有蒙古族人民在矿地自发进行采掘煤和金银的情况。[①] 例如，《现代中国实业志》载："在蒙古东边有各力各、徐家沟、杨家湾子、金厂沟梁、黄化沟、帐房山南等处。其地金砂素著……先从以前土人开采之坑道开采，则十年内成绩必大有可观也。"[②] 说明这一地区早就有蒙古族人民开采金砂。

南方少数民族对开发当地矿产资源贡献很大。清代云南、贵州、广西等少数民族地区的采矿业与冶炼业都相当发达，少数民族对于这些地区矿冶业的发展起了较大的作用。

清代云南各少数民族都已掌握一定的采矿、冶炼技术。《维

① 《蒙古族简史》编写组：《蒙古族简史》，261～262页。
② 杨大金：《现代中国实业志》下，581页，商务印书馆，1938。

西见闻纪》称："中土所有之物维西多有之……金沙、澜沧产金，其岸之山产银及铜，此亦滇所常有，不足纪。"[1] 说明开矿冶炼是当地少数民族非常普遍从事的活动。清代广西的冶铸业十分发达，这一时期西部地区制造的铜鼓较多，壮、瑶、侗、苗、毛南、仫佬等族都经常制造、使用铜鼓。铸造方法与前代大致相同，多采用泥范法。这时制造的铜鼓，体形变小，鼓面增厚，含铅量减，质地较粗糙，但音质有所提高。[2] 广西的许多少数民族都掌握了金、水银、锡等矿产的开采和冶炼技术。清人所著《粤述》说："生金、水银，诸蛮洞皆有之。金出沙土中，掏而取之如麸，炼之即成。锡以富贺为佳，庆远亦有之，硝黄产于南宁。"[3] 少数民族是这些地区矿产资源的最早的开发、利用者。

清代台湾的少数民族对台湾地区矿产资源的开发也有重要贡献。台湾的金矿最早被当地少数民族发现，并加以开采利用。在台北县瑞芳镇的金瓜石、九份、武丹坑一带的基隆火山群，金脉夹在石英安山岩中。金矿和银矿、铜矿共生，但以金矿为主。清初少数民族就对金瓜石之金矿加以开采，并普遍利用。[4] 清代的《台湾杂记》载："金山在鸡笼山三朝溪后山，土产金，有大如拳者，有长如尺者，有圆扁如石子者。番人拾金在手则雷鸣于上，弃之即止。小者亦间有，取出山下水中，沙金碎如屑，其水甚冷，番人从高望之，见有金，捧沙疾行。"[5] 说明金矿有大如拳者，也即所谓的"狗头金"，还有长如尺者和圆扁如石子者，另外河床上还有碎如屑的沙金。在清代的一些文献中对苏澳武老坑溪上游一

---

[1] 余庆远：《维西见闻纪》，《小方壶斋舆地丛钞》第八帙。
[2] 黄现璠等：《壮族通史》，386 页。
[3] 闵叙：《粤述》，《小方壶斋舆地丛钞》第七帙。
[4] 刘昭民：《台湾原住民的淘金史》，载台湾《民众日报》，1989(3)。
[5] 季麟光：《台湾杂记》，《小方壶斋舆地丛钞》第九帙。

带少数民族淘金的情形也有记载。如《台湾使槎录》载："蛤仔滩有金，井水极寒。番淘金，先置火及酒于井旁，悬藤绠入，取井底泥沙……有得一二钱者……或云后山倒略满南，有金沙溪，金沙从内山流出。近溪番妇，淘沙得金。"[①] 对于花莲县奇莱大山(清代称为"哆啰满")河床中的沙金及少数民族淘金的情况，在文献中也不乏记载。《台湾使槎录》载："哆啰满产金，淘沙出之，与瓜子金相似。番人熔成条，藏巨甓中，客至，每开甓自炫然……近岁始有至鸡笼、澹水易布者。"[②]在清人朱仕价的《小琉球漫志》以及郁永河的《番境补遗》中也有类似记载。

由此可知，在清初闽南粤东之福佬人和客家人还没有大批移居台湾之前，台湾原住的少数民族就对瑞芳金瓜石金矿和花莲奇莱大山立雾溪之沙金有了清楚的认识，并且加以开采和利用。清代以来，台湾原住民族开发利用台湾金矿资源的活动，为后来台湾的金矿开采事业打下了基础。

但是，由于清政府采矿的政策限制了各民族的采矿活动，因此少数民族的采矿和冶炼技术没有得到充分发展。

（特古斯、冯立升）

①② 黄叔璥：《台湾使槎录》卷6，《北路诸罗番十》。

第五章　医药与农牧业技术

本章主要介绍少数民族在医药卫生、农牧业技术以及农田水利建设等方面的科技成就。

第一节　医药卫生

中华民族医药历史悠久。汉民族的中医药学可追溯到黄帝时代甚至更早。作为构成中华民族一部分的少数民族尽管受地理环境、语言文字等诸多因素影响,其医药方面总体上不如中医,但是他们在历史上取得的成就也是相当大的。在清代,一些民族的医药在前代的基础上有了长足的进步,他们吸收并消化其他民族的先进医药,丰富发展了本民族医药;也有一些民族虽然没有形成本民族医药体系,但也有不同程度的发展。

一、藏族的医药卫生

明末清初，正是西藏格鲁派的固始汗起兵时期。固始汗先后消灭了青海的却图汗、西康的白利土司、卫藏的弟悉藏巴汗等地方政权，于 1642 年统一了全藏区。不久他又借五世达赖阿旺·罗桑嘉措（1617～1682 年）之助，在拉萨建立了甘丹颇章王朝。

从这一王朝的建立及其以后的 200 多年间,藏族医药学在前代基础上有了较大繁荣发展。主要表现在:

第一,藏族上层人物非常关注,使医学教育得到蓬勃发展。五世达赖在甘丹颇章王朝建立不久就下令组织有关人员在拉萨创办藏医学校,并恢复日喀则地区的藏医学校。摄政王第司·桑杰嘉措(又作桑吉嘉错,1653～1705 年)于 1696 年在布达拉山

对面的药王山上也创建了一所藏医学校，即药王山利众藏医学院。[1] 桑杰嘉措不仅是政治人物，而且还是一位著名学者、医学家。[2] 当时的藏医学校，学习内容主要是《四部医典》。稍后又增加了《增补四部医典秘诀本集》、《草药秘方》等内容。

为了更好地学习掌握《四部医典》这部藏医学经典著作的内容，桑杰嘉措经过几年努力于1689年编著完成了《医方典籍及四大续部释文》(又称《蓝琉璃》)。该书成为通行全藏对《四部医典》的标准注解本。同时，他又与其他藏医为了更直观地注释《四部医典》，召集全区的名画家，如丁津诺布等，并收集各地的药物标本，结合《蓝琉璃》一书于1703年绘制成包括《人体骨骼》、《人体脉络》、《人体脏腑解剖形态》等79幅《四部医典》的彩色挂图，叫做《四部医典系列挂图全集》。这79幅挂图有约一千张附图，从内容上可分为四部分：一、总则续，共4幅图。涉及生理、病理、诊断及治疗；二、论述续，共35幅图。包括解剖、病因、药物、诊断及治疗；三、秘诀续，共16幅图。内容有临床各科疾病的诊断与治疗原则；四、后序续，共24幅图。内容是脉诊、尿诊、方剂和外治法。[3] 这些挂图单从制作工艺来看也极为科学。如，人体躯干解剖图上"脏腑标蓝字、骨骼标红字、肌肉标黑字"。[4] 良好的医学理论和教具为藏医教育事业起了巨大作用。

第二，藏医药学的发展。在众多的藏医药著作中，特别值得一提的是德玛尔·丹增彭措著的《晶珠本草》(上、下卷)一书。该书于1840年木刻印行，收载藏药2 290多味，1 300余种。书中

---

① 强巴亦烈：《藏医藏药学的形成与发展简述》，载《中华医史杂志》，1987(2)。

② 王辅仁、陈庆英：《蒙藏民族关系史略》，165、172页，中国社会科学出版社，1985。

③ 蔡景峰："古代的藏医彩色挂图"，载《健康报》，1981年5月24日二版。

④ 言者：《藏医史话》，载《健康报》，1980年3月6日三版。



图 3.5.1.1

对每味藏药的性味、功用、产地、生态习性、用药体会、真伪鉴别要点等，均做了详细论述。对药物的分类也很科学，如分为宝石类、树木类、动物类等；同时对一些大类又细分成许多小类，如对树木类又分成果实、花、叶、茎杆、树皮、汁液等。对于这样编纂先进、内容丰富、考证翔实的藏药学著作，有些学者给予高度评价，认为《晶珠本草》可与李时珍的《本草纲

目》一书媲美。[1]该书中还有一些藏药的用法和读音都同中医的比较接近，如把干姜叫为"嘎假"，黄连叫"洪尼"，朱砂叫"觉拉"等。

藏医用药时有其独特方法，一般将药分成寒性药和热性药，并以寒性药治疗温热病，以热性药治疗寒冷病症。一些医药学书中还记载着用藏药进行特殊"防"、"治"的方法。如《增补四部医典秘诀本集》(1691 年木版刊行)的第 111 章"断绝妇人生育章"中就讲到妇女避孕和绝育的 3 种方法，即暂绝者(长效避孕法)、根绝者(绝育法)、即断者(短期避孕法)。[2]

藏药的来源主要靠藏、青、川、甘、滇等西部高原和西南地区出产的动、植物及矿物类，也有一些是从印度传进的药或各地出产的中药。在制剂中，藏药大多制成散剂和丸剂，并分别装在獐皮口袋和铜罐里，以保药性。

第三，藏医理论的发展。伴随着对《四部医典》的学习、注释及藏药学的发展，藏医理论在人体生理和病理、胚胎学、妇产科学及解剖学方面有了进一步提高。认为导致人产生疾病的原因是，人体内部被称为"龙"、"赤巴"、"培根"的三种物质机能出现了不平衡状态。因此，解除疾病，就是使上述三者恢复平衡。在胚胎学上，更明确了胎儿的发育是经过形成长条形的鱼形期、手脚形成的龟形期和胎儿其他器官逐渐形成并在母体中吸取混食的猪形期等三个阶段。这种理论被形象地描绘成彩色的《人体胚胎发育图》(即 79 幅彩色挂图之一)。同胚胎学有关联的，在挂图中也记有关于女子月经周期、初潮、绝经以及结婚女子的受孕、怀胎、分娩等内容，其叙述都相当正确。解剖学的发展同藏族的

---

① 张兴乾等:《藏医药的发展概说》,载《中华医史杂志》,1987(4)。

② 白明纲等:《藏医学有关避孕绝育法的记载》,载《中华医史杂志》,1988(1)。

天葬风俗有关，这方面的内容在彩色挂图中也有深刻的反映。

二、蒙古族的医药卫生

清朝建立后，清政府为了更好地统治蒙古民族，利用蒙古族信奉黄教（佛教的一种）的特点，在蒙古地区对黄教特别提倡和保护，采取广建寺庙、优待喇嘛等政策以柔服蒙古民族。由此，以佛教为中心的藏族文化便在蒙古地区广泛传播。作为非宗教文化而又在当时离不开宗教的藏医药学在这一时期便受到了许多蒙古学者、医生的关注。有些学者翻译藏医著作，也有一些医生直接将藏医理论用于临床。当然也有一些恪守蒙医传统理论的，等等。这样在清代蒙医理论发展中，形成较明显的3个流派，即坚持蒙古传统医学理论的“传统派”（或称传统的古代蒙医学派），推崇专事印、藏传入医学的“革新派”（或称藏医学派），主张在传统蒙古医学基础上吸收藏医理论以发展蒙医学的“发展派”（或称近代蒙医学派）。[①]

第一，以觉罗·伊桑阿为代表人物的“传统派”。在17世纪之前，蒙医学在两个方面较为突出，一是擅长外科和骨科，另一是注重饮食疗法。到清代及以后，蒙医在外科和骨科方面其医术越加精湛。由于蒙医骨科技术的高超，清政府在上驷院中设“蒙古医士”，从上三旗每旗挑选十名，专治骨伤。“凡禁廷寺人有跌损者，由其医治，限以期日，逾期则惩治焉”。[②] 著名整骨医师觉罗·伊桑阿就是一位蒙古医士，他带出了许多徒弟。[③] 在科尔沁享有“神医”尊称的娜仁·阿柏，整骨术更是独具一格。其诊断方法是，视伤肢功能，听骨折擦音，问病情经过，视疼痛情况，摸肢体变化等。在诊治中，对不同部位、不同程度的骨折、骨伤，均用

---

① 《蒙医学术论文集》（蒙文），531页，内蒙古科学技术出版社，1983。

② 徐珂：《清稗类钞》第30册。

③ 《清史稿》卷五〇二，《伊桑阿》。

不同的方法治疗，不仅疗程短，而且治愈效果极好。因此，在她去世后，当地官府特为她修建了"包木拉"(陵墓)，以示尊敬。至今，每当清明节，都有许多人前去祭奠。①

传统蒙医整骨，在诊治中均能恢复如初，且不留任何后遗症。至今，蒙医整骨人材仍迭出不穷。

另外，在传统蒙医学中还有冰冻麻醉一项。据记载，清代时有一人从马上摔下，出现粉碎性骨折。一位蒙医把一些冰块放在患部，使麻木，再动手术。②

第二，"革新派"非常推崇以《四部医典》为代表的藏族医药学理论。据有关学者的研究，《四部医典》在16世纪始传入蒙古地区，到17世纪中叶才有系统、完整的蒙文译本。革新派在传播藏医学理论方面做了大量工作。如代表人物龙日格丹德尔写了《四部医典诠释》和《金色诃子串珠》等著作，详细注释了《四部医典》的难词。该派还陆续翻译了许多藏医著作。

第三，"发展派"的代表人物主要有伊希巴拉珠尔(1704～1788年)和罗布桑楚乐特木(1740～1810年)。这两位蒙医学家的最大特点是，潜心钻研《四部医典》等藏医基本理论，然后将其同传统的蒙医结合起来。他们著述颇多，保存至今的也为数不少。在他们著作中所阐述的蒙医理论标志着清代蒙医学达到了一个高峰时期。如伊希巴拉珠尔的《四部甘露》，即《甘露之泉》、《甘露医法从新》、《甘露点滴》和《甘露汇集》，就深刻总结了蒙医学基础理论及辩证施治原则。在藏医论述人体病理成因基础上提出了以赫依症、协日症、巴达干症、白症、黄水症和虫菌症为核

① 包金山：《论中国蒙医整骨技术的发展》，《中国少数民族科技史研究》第三辑，142页。

② 徐珂：《清稗类钞》第30册。

心的"六基症"学说，作为临床各科的指导理论。[1] 罗布桑楚乐特木在其《油剂制法》一书中介绍了当时蒙医不曾有过的治疗疟疾、接种天花疫苗等方法；在《脉诊概要》中论述了以脉诊为主、同时还包括针刺疗法、放血疗法、脉络穴位等诊、治方面的内容。《本草分类》是罗布桑楚乐特木详尽介绍蒙医药物分类的一部药物学力作。该书分4卷，即珠宝土石类、木汤补类、本草类和盐灰动物类；载药678种，并对每味药生长形态、产地、特征、性味及功能等做了详细介绍，是一部较好的研究药物、并为认药和采药提供依据的蒙医药书。

由于清代绝大多数蒙医本身就是喇嘛，因此蒙医的培养也大多通过寺庙这一途径，如培养出许多蒙医的卓索图盟蒙古贞的瑞应寺（今辽宁阜新蒙古族自治县境内）就设有专门的"药王殿"，培养医生。该寺从康熙四年（1665年）开始建造到本世纪初的200多年间共培养了"僧俗医生一千余名，其中医术精湛，学识渊博，具有影响者近二百人"。[2]

蒙医治病时，较多用的是一种叫"哈那忽"的疗法。这种方法就是适当放出患者的恶血及病血以达到治愈的目的。主要医具有"哈那固热"（带有尖、锐的针、刀等物，如三棱针）、拔火罐等，适合医治"热症"、"血症"。如，由血热引起的头晕、头疼，疗效是很明显的。这种疗法在蒙古地区曾相当普及过，其原因一是由于蒙古族生存环境和饮食结构的特点使患热症的病人较多，二是这种方法不仅简单、方便，而且也很经济，只要对哈那固热消毒好就可以了。

到清代中、末期，在蒙医临床中又形成了带有地区特点的3

① 巴·吉格木德：《蒙医学家伊希巴拉珠尔》，载《中国医史杂志》，1989(2)。

② 白乙拉、蓝醒生：《内蒙古东部蒙医近代沿革追述——蒙古镇"三寺"简介》，载《中华医史杂志》，1984(2)。

个不同流派，这就是：内蒙古东部的"引子疗术派"，该派在用药时，除主药外还增加一种药引子，以利于主药功效的发挥；鄂尔多斯、阿拉善等地区的"药加药派"，则主张在用成药时又加一种单味药，其目的同"引子疗术派"的大体相同；还有新疆、青海等地的"药灸派"，他们认为在用药的同时，还需结合使用传统的金灸疗法，即用带钩铜杆上的金块烧烫其一穴位上进行灸疗，这种疗法在新疆南广泛应用。[1]

三、壮族的医药卫生

壮族在历史上没有创造通行的文字，因此壮族人民在漫长的历史长河中的许多传统文化没能被记载下来。尽管如此，壮族的传统医学却以"口耳相传"形式，还是保存和继承发展到今天，这是可喜的。在清代，壮医对病因的认识、诊断以及诊治、用药等方面都有独到之处。

第一，壮医对病因的认识。壮医认为人生疾病，主要在于"邪毒"。由于壮乡地处温带、亚热带，气候潮湿，并且在壮族居住区又有较多的毒虫、蛇及对人体有害的一些植物，因此人生病是由于这些能导致人体脏腑不和、气血失调等因素而造成的，即"无邪则无病，有病必有毒"。在壮乡较多发伤、病之因有：痧气、瘴疫、蛊毒、虫兽咬和跌仆损伤及劳役过度等。[2]

第二，壮医的诊治方法。壮医对疾病的诊断，主要是通过望诊、脉诊、甲诊等方法。这些方法同汉医比较起来，虽有相同之处，但不同之处则更多。如脉诊，壮医的"三指四肢脉诊

---

① 额日很巴图：《论蒙古族医学学术流派（摘要）》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，146～148页。

② 班秀文：《壮族医药简介》，《中国少数民族科技史研究》第三辑，115～123页。

法”、“单指诊法”等，其布指法与汉医的脉诊布指是不同的。[1]甲诊法是壮医比较重视并较多使用的诊断方法之一，主要是根据患者指甲的颜色、形状发生的变化来诊断疾病。在诊治时，壮医总结出一系列方法，如，药物内服、熏梳洗、外敷、针刺(或挑针)、药煎水洗鼻或雾化、药线点灸，等等。对于“祛毒”，壮医尤为擅长。壮族学者总结祛毒的方法是：“如毒气自皮毛肌肉而入，则用刮法或挑法；毒气从口鼻而入，则用洗鼻漱口或雾化；毒气从脐口而入，则用磁拔法，或脐周药线点灸法；毒气从二阴而入，多用熏洗之法。”[2]

第三，壮医用药，贵在简便、功专。由于地理环境的条件，壮乡的药物资源极为丰富。因此，壮医在行医前，首先要求其必须懂得药物的生长规律、习性、性能及制做方法等，即首先是药师，然后才是医生。因而，在壮乡也常把医生称为“掌药”。这样，壮医在用药时是很得心应手的。即使如此，壮医在诊治时也还要突出“简、便、验”，即遵循简单、方便和有效的原则。一般来说，壮医处方上的药，大多是当地出产的，并且每方的味数也很少，一般由1～3味药配成，然而疗效却很明显。

另外，壮医在临床实践中创造使用的壮医病名也是很有本民族医药特色的，如，阳虚恶寒，肢冷脉微，叫做“天寒地冻”。这种民间叫法较多。

四、苗族的医药卫生

苗族也是我国少数民族中人口较多的一个。历史上，苗族也形成了具有民族特点的苗族医药。可以说，苗族医药对于苗族人

---

[1] 黄汉儒等：《关于壮族医学史的初步探讨》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，112～132页。

[2] 班秀文：《壮族医药简介》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，115～123页。

民的生存发展以及改善生存环境发挥过重要作用。

第一,苗族对药物的认识。在苗族民间有"千年苗医,万年苗药"之说。可想而知,苗族的药学发展是由来已久的。清代的苗药种类较多,近千余味,常用的也有几百种。清道光《凤凰厅志·丧葬篇》载:"苗地多产药饵,其药名诡异,非方书所载,或吞或敷,奏效甚捷。"对于药物的认识,最初是很浅显的。一般药物多是指单味药,很少用复方。对药物的命名分类也只是以人体病痛的部位来划分。如,嘎木七(肚痛药)、嘎木呱(腰痛药)、嘎木比(头痛药)、嘎木显(牙痛药)等。后来,这种分类法被其他分类法代替。如从植物学角度分为植物的花、果、根、茎、叶、皮、果核。对于药物的性味、功能及苗医用药,在苗乡多以口诀歌谣流传,如,"藤本中空能消风,对枝对叶洗涤红,多毛多刺消炎肿,亮面多浆败毒凶";"春用尖叶夏花枝,秋采根茎冬挖蔸,乔木多取茎皮果,灌木适可用全株"。[1]这些在实践中总结出来的经验是很有科学道理的。

第二,苗医的临床技术。在长期的实践中苗医总结出了比较丰富的临床经验和方法,特别是在外(伤)科、骨科方面。如,18世纪松桃厅地甲司的苗族医师龙老二对一孕妇进行了剖腹取胎的手术,经过治疗,一个月就使病人恢复了健康;有的苗医还能割取病人腹内的毒瘤,使病人在几天内就能康复。[2]清末凤凰厅的麻老苗外伤科经验相当出名,仅凭苗药敷治,就能把肉体内的异物吸出。在骨科上,苗医总结出治疗骨折、关节脱位的"杉木皮固定法"、"甩墩法"、"悬吊法"、"悬梯移凳法"等。同治年间,永绥厅苗医石光全因精通骨伤技术,被苗族歌者石板塘编入《苗族名

---

①② 欧志安:《湘西苗医初探》,载《中南民族学院学报》(科),1964(2)。

人歌》。[1]

第三，苗族的卫生保健。苗族对于环境、个人及饮食、饮水卫生方面非常注意。苗家的居室大都通风强、采光好并符合避潮、防湿、防寒、保干等特点。在个人卫生上，苗医早已注意到"病从口入"的卫生观点，因此，苗族人形成了饭前洗手的习惯。同时他们还利用稻草灰水、桐油壳灰水及皂荚等作为去污剂，有些至今仍在民间运用。苗族人为了保持口腔卫生，还有"洁牙净齿"的好习惯。在饮水上，苗族特别注重饮用水水源的清洁卫生。他们定期清洗水井，同时也自发地做出有关保持水井清洁的有关规定。苗族人喝水时也都喝开水。

苗族这些良好的卫生习惯，可以说是在古代遭受某些疾病，特别是某些传染病的"侵袭"后，从沉痛的教训中自觉地形成的。对于已经出现的一些疾病，他们也具有了一定的防范措施。如苗医所如称呼的"匹哄"(即"麻风病")，一旦发现，就远远避开。"匹哄"病人要远避深山，隔离人群；他用过的衣物、食具等一律焚烧，切断传染源。

从上面 4 个民族的医药发展，我们不难看出，我国少数民族医药在清代发展的特点，其他民族也有类似情况。

第一，具有民族文字的少数民族其医药水平比较高、成就也较多，并且留下了以民族文字记载的民族医药学著作或史料。藏、蒙医学已前述。维吾尔、彝、朝等民族的医药在前代基础上均有发展，他们的医药学著作有的至今尚存，其中一些则客观地反映了当时该民族所达到的医药学水平。如，生活于 17 世纪末、18 世纪初的维吾尔族名医毛拉艾外孜·和田尼于 1703 年编成的《阿克萨拉依》就是一部全面、系统的维吾尔医学名著。该书由阿

[1] 欧志安：《湘西苗医初探》，载《中南民族学院学报》(科)，1984(2)。

拉伯文写成，共分 3 卷。第一卷包括理论和治疗两部分。理论部分又有四篇：一是论述人体生存的基本条件；二是讨论人体形态、生理、病理及其特征；三是讨论病因及病因分类；四是诊断学说。治疗部分有各种治疗措施，如药物治疗、手法治疗。第二卷讨论器官疾病，如神经、五官、呼吸、消化、泌尿等。第三卷论述全身器质性和非器质性疾病，如论述各种发烧、各种急性疾病及其特征等。①

在发掘古代彝族医药的工作中，近年来整理出较多的古彝文医药著作，如清代的古彝文《医病书》(手抄本，1730 年)、《好药医病书》(手抄本，1737 年)、《超渡书中医病药》、《娃娃生成书》(手抄本，雍正年间)等书。② 这些著作中就记载许多常见的病症，以及单方、复方及动、植物药。在《好药医病书》中记载的病症达 90 种，168 个单方、149 个复方和 120 种动物药、323 种植物药。在《超渡书中医病药》中还记载了 8 种动物胆的功用。

清末著名朝鲜族医学家李济马所创立的朝医四象医学就深刻地反映在他于 1894 年所著的《东医寿世保元》一书中。

第二，在少数民族医药中，一些民族在清代对于疾病的病因、机理方面的认识虽还没有升华到形成医学理论的阶段，但是他们还是具备了相当朴素的形象直观上的认识方法。如，侗族把疾病分为 4 大症，每一大症又分 6 小症。如飞蛾症有：马蹄症、鲤鱼症、红痧症、独脚症、霍乱症和麻雀症。在他们的医疗活动中，始终贯穿着用药、诊治都因地取材、对症治疗和辩证论治等原则。他们使用的某些医具看似简陋，实则效果甚佳。如，布依医的“牛角拔筒法”、“腹痛扣碗法”；苗医的“滚蛋疗法”；藏、蒙医的

① 孙建德：《清代著名维医毛拉艾外孜·和田尼及〈阿克萨拉依〉》，载《中华医史杂志》，1988(3)。

② 载《健康报》，1980 年 3 月 6 日版。

"放血疗法";壮医的"药线疗法",等等。在辩证施治方面,少数民族医药同汉医是有许多相似之处的。对一些属今内科的疾病,并不是"头痛医头、脚痛医脚",而是从造成头痛、脚痛的原因入手。这方面的例子是很多的。

第三,少数民族的医药是在同各种迷信的斗争中生存和发展的。我们知道,我国众多的少数民族在历史上大都生活在交通不畅的边远地区,同时又受文化修养及封建统治的压迫、歧视等因素影响,他们不可能完全摆脱各种迷信在精神领域内的统治。面与人有密切关联的医药学在其发展的过程中,受这方面的影响理所当然也是较大的。如满族人早期的医治疾病活动仍然残留宗教痕迹,有病请巫师看,用药无效者便祝词祈祷。在许多少数民族的医药史上都曾有过"医神一家"、"医佛一家"、"医巫一家"阶段。如,萨满教对满、鄂伦春等民族的影响;壮、苗、傣、彝、畲、布依、哈尼、拉祜等民族的"巫医"。有些民族的"医巫一家"阶段,甚至延续到了解放前。　　　　(刘长春)

第二节　农 牧 业 技 术

清代是我国少数民族与汉族及少数民族之间的一个大融合时期,不同的民族既保持着自己的特点,民族与民族之间又有着共性的一面,地域相互联结的民族之间的共性就更强了。基于这种认识,本节按东北与华北、西北、西南、中南和东南四大片对少数民族的农业技术分别叙述。限于篇幅,对农业技术一样或十分相近的少数民族,我们择其代表而论之。

一、东北、华北的少数民族农牧业技术

在东北、华北生活着满、朝鲜、赫哲、蒙古、达斡尔、鄂温克、鄂伦春等少数民族。

入关的满族,由于满、汉农民长期在垄亩相连的田地上进行

农业生产，满族的农业技术水平与汉族逐渐接近，最后与汉族完全相同。在东北地区的满族与陆续出关的汉族农民杂居，其农业技术水平亦与汉族农民日益趋近。满族农民种植的粮食作物有粟米、高粱、豆类；经济作物有棉花、蓝靛、蚕茧。在大面积新开发的土地上，采用了马拉大犁的耕作方法，其播种则采取起垄点种的方法。值得一提的是，满族农民实行了多种粮谷固定的轮作制度："今岁豆，明岁粟，三岁谷，周而复始，地乃不伤，故曰正杈也。今岁粟，明岁豆，三岁复粟，此谓迎杈；今岁粟，明岁又粟，此谓重杈，二者即竭地力，故所获每不丰。"[①]

在关外依山傍水居住的满族，还有一部分人从事着采集业和狩猎业，采集松子、蘑菇、木耳、人参；猎取雉、狍、鹿、野猪、虎、豹、鹰、貂等兽禽。

朝鲜族在清代的农业成就主要有：其一是，对我国东北边疆荒地的开发。他们用简陋的木犁，依靠人力进行了垦拓；其二是，在清同治九年(1871年)，朝鲜族农民按照朝鲜半岛种植水稻的习惯，在通化县大甸子等地试种水稻成功。1906年，他们引水灌溉，提高稻谷产量，从此延边地区的稻田面积逐年增加。

达斡尔族从事着农、牧、渔猎业。从黑龙江北部南迁的达斡尔农民，在嫩江流域种植燕麦、大麦、荞麦、稷子、谷子、黑豆等大田作物和苏子、胡麻、烤烟等经济作物，在宅旁园田种植白菜、萝卜和瓜果。居住在内蒙古呼伦贝尔草原的达斡尔族以牧业为主，与邻近的蒙古族相似。渔猎业是达斡尔族传统的生产活动，狩猎对象有鹿、麝、貂、狐、猞猁、灰鼠等；捕鱼的主要方法有凿冰为洞、用网或钩捕鱼。

赫哲、鄂伦春、鄂温克族在清初是以渔猎为主的，"赫真飞雅

① 《沈故》卷2，《老农语》。

喀、鄂罗春其棱四种地方，在东北海边，其人不事树艺，惟以鱼为食，以鱼皮为衣，其地不产牛马家畜。赫真飞雅喀使犬，鄂罗春其棱使鹿，以供负载，皆驯熟，听人驱策”。[1] 至19世纪末，鄂伦春族开始务农，但其农业生产是较为粗放的，农具和种子从邻近民族购进，不施肥与锄草，产量很低。

蒙古族的农牧业技术在清朝得到了较大的发展。据《康熙几暇格物编》记载，牧区蒙古族的定居放牧已经很普遍，并且有了一定的草原建设，像打井、搭棚、筑圈等。农区和半农半牧区的蒙古族的畜牧业更较牧区的畜牧业先进，大小牲畜都跟人放牧；为解决牲畜的冬季饲料问题，这里以村落为单位，将若干块草地划分为“草甸子”，秋间收割，就地盘垛，用以冬天饲用。

在清代，蒙古族从事农耕的越来越多，但从粗放农业走向精耕细作的农业仍然是一个过程，康熙三十七年（1698年），原任内阁学士黄茂等前往教蒙古，请训旨，上谕之曰：“蒙古……田土播种后，即各地游牧。谷虽熟，不事刈获。时至霜陨穗落，亦不收敛，反谓岁歉。”[2] 后来，蒙汉民族在生产中互相学习，汉族农民将内地的农田管理技术传授给蒙古族农民，蒙古族农民耕种的农作物品种增加了。部分蒙古族还种植了果木蔬菜，有些地方则修渠引水，农具也得到很大改良。

值得注意的是，据《康熙几暇格物编》记载，东北少数民族经营着几种较特殊的农作物，现罗列于此，供研究者参考。

一是白粟米：

“粟米有黄白二种，黄者有粘有不粘。《本草》注云‘粟粘者为秫’。北人谓为黄米是也。惟白粟则性皆不粘。七年前，

① 《康熙几暇格物编》卷上，《使鹿使犬》。

② 《清圣祖仁皇帝实录》卷191。

乌喇地方树孔中忽生白粟一科(棵),土人以其子播获,生生不已,遂盈亩顷,味既甘美,性复柔和。有以此粟来献者,朕命布植于山庄之内,茎秆叶穗较他种倍大,熟亦先时。作为糕饵,洁白如糯稻,而细腻香滑殆过之。想上古之各种嘉谷或先无而后有者。既如此,可补农书所未有也。"

二是黑龙江麦:

"黑龙江所产之麦最佳,色洁白,性复宜人。相传中国麦种之佳者,系西域携来。鄂罗斯地在西陲,万里有余。黑龙江上流原系鄂罗斯所居,其种亦自西来,所以麦之佳较他处尤胜也。"

三是樱额:

"樱额,果属也。产于盛京、乌喇等处,古北口外亦有之。其树聚生,果形如野黑葡萄而稍小,味干涩,性温暖,补脾止泻。鲜食固美,以之晒干为末,可以致远。食品中适用处多,洵佳果也。今山庄之千林岛,遍植此种。每当夏日则累累缀枝,游观其下殊堪娱目,不独秋实之可采也。"

二、西北的少数民族农业技术

西北地区的少数民族有回族、东乡族、土族、撒拉族、保安族、裕固族、维吾尔族、哈萨克族、柯尔克孜族、锡伯族、塔吉克族、乌孜别克族、俄罗斯族和塔塔尔族。

回族是一个流动性很大的民族。这个民族的开放性,使之能够较为广泛地吸收其他民族先进的农业技术。清代回族的农业技术与汉族相比不相上下。他们向汉族农民购买草木灰土沤制肥料,田间管理也十分细致。西北回族农民的农产品产量比当地的汉族农民的都高。另外,也是由于这种流动性,回族没有一个十分固定的地域,无地少地的现象十分突出,许多回族以农为主,兼营商业、畜牧业或兼营运输、屠宰等副业。

回族经营的农作物品种与附近的汉族差不多，值得一提的是，回族所产的丝绵质量是较高的。康熙帝说："西北回子地方产丝绵，以之制甲，其坚固胜于中土。大约四十层可敌浙江之丝八十层，向来不知外国出丝也。"[①] 这里的"回子"，不一定单指回族。

东乡族聚居的地区位于甘肃临夏回族自治州东北的黄土丘陵地带，自然条件差，水土流失严重，土地贫瘠，农业生产力十分低下。东乡族以农为主，兼营畜牧，特别是养羊业在东乡族的经济生活中占有重要地位。

土族的农作物品种主要有小麦、青稞、土豆等，生产工具和农耕技术与附近的汉族相似。

保安、撒拉族在清朝学习汉、回农民先进的生产技术，耕作采用豆、麦倒茬轮歇制，生产工具也得到很大的改进，并开始大量种植小麦。

裕固族以游牧经济为主，与下述的新疆从事游牧经济的少数民族的畜牧技术相似。

清朝统一新疆地区以后，在新疆兴办屯垦，北疆的维吾尔族农业有了很大的发展。南疆由于中原农具的输入，生产力也得到大大提高。维吾尔族在清朝已有了较发达的植棉业和园艺业，很多地区出产大量的、品种繁多的瓜果，像核桃、水蜜桃、石榴、巴丹杏仁、无花果、甜瓜、葡萄。特别是维吾尔族的哈密瓜和吐鲁番西瓜在清初已闻名遐迩，兹引史料两则以论之："哈密，古瓜州近域。其瓜较内地甜美，体甚巨长，尺许，两端皆锐，彼国中遍种之。每熟时，人惟啖此，以代谷食，遂觉气体丰腴有逾平昔。剖晒为脯，芳鲜历久不变。自彼国臣服以来，每岁常充供献，中土始尝此

① 《康熙几暇格物编》卷上，《回子地产丝》。

味，前此所未有也。"[1]"吐鲁番，在哈密之西。其地产西瓜，种最佳。"[2] 维吾尔族除植棉和园艺业外，还产大米，"……绥来县……此地旧名玛纳斯，田上膏腴，向产大米，贩各处"。[3]

哈萨克、塔塔尔、部分塔吉克和部分乌孜别克、柯尔克孜族以游牧经济为主，在游牧技术上有一定的相似性，本节以哈萨克族为例进行叙述。哈萨克族的放牧技术主要有：十分重视根据季节、气候、草原分布情况安排放牧。哈萨克族牧民把牧场分为冬窝与夏窝："凡牧必谨择水草，冬宜懊曲背阴而面阳以避风雨，谓之冬窝。夏宜平原高阜蠓�不生之地，谓之夏窝。"[4]而戈壁川泽则不宜牧马，因"戈壁无障蔽，川泽多蚊蚋，故非所宜"。[5] 根据不同家畜的特点、嗜好，合理安排马、牛、羊的混合放牧："马性嗜洁，牛羊溅之，则不复食。饮水必寻上流。"[6]在安排放牧时，让马群在前，羊群在后。羊喜食矮草，马践踏而倒下的草或未采食完的草，羊群可以采食。

从事农业的塔吉克族在清以前由于缺乏铁器，长期使用帕米尔特有的野羊犄角犁地，农业技术水平低下。直至清初塔吉克族与外界发生商品交换后，铁器等生产工具才输入塔吉克地区。在汉族、维吾尔族、柯尔克孜族的帮助下，塔吉克族在耕作方法、兴修水利等方面才有了长足的进步。

清王朝对锡伯族推行八旗制度，把锡伯族流动性较大的渔猎经济转向稳定的农业经济。锡伯族开始开垦良田，开凿水渠。

新疆的俄罗斯族主要是19世纪以及俄国十月革命前后从

① 《康熙几暇格物编》卷上，《哈密瓜》。
② 《康熙几暇格物编》卷上，《上鲁番西瓜》。
③ 林则徐：《荷戈纪程》。
④ 《新疆志稿》卷2。
⑤ ⑥ 《新疆志稿》。

俄国迁来的，在伊犁河、特克斯河两岸，垦荒种地，其农业技术与俄国的俄罗斯族基本相同。

三、西南的少数民族农业技术

西南是我国少数民族族属最多的地区，有藏族、门巴族、珞巴族、羌族、彝族、白族、哈尼族、傣族、傈僳族、佤族、拉祜族、纳西族、景颇族、布朗族、阿昌族、普米族、怒族、崩龙族、独龙族、基诺族、苗族、布依族、侗族、水族和仡佬族。

藏族既从事农业，也从事畜牧业。畜牧业一般采用季节轮牧，其特点之一是季节性的垂直迁徙：在夏季他们把牲畜赶上山去，那些山地牧场一般在海拔 4 000 米到 5 000 米之间。十月冬天来临，他们就把牲畜赶回位于 3 500 米到 4 000 米之间的谷地上过冬。农业生产使用铁制或木制耕具。犁地用二牛抬杠。西藏拉萨郊区的二牛抬杠与汉族地区的不同，其特点是将一木质横杠的两端分别系于并列的二牛牛角上，犁架与横杠连结，以牛角曳犁。播种一般为撒播，作物以青稞为主。

门巴族主要从事农业。在清朝处于“刀耕火种”的阶段，农业工具主要是砍刀，此外就是一些硬质木棍和少量铁制农具。耕种时，先放火烧掉地里的草木，以灰为肥料。然后男子在前用硬质尖木棍掘地，妇女在后面用小锄翻土、再用木棒敲碎土块，进行播种。在作物生长过程中，作物都是任其生长，很少薅草和施肥，耕作十分粗放。由于是“刀耕火种”的原始农业，生产力水平很低，狩猎业和采集业就成为重要的辅助部门。清朝在我国西南，以“刀耕火种”的原始农业为主的民族还有珞巴族、羌族、怒族、傈僳族、佤族、部分拉祜族、部分布朗族、独龙族、基诺族、部分崩龙族。

白族以种植水稻、小麦、玉米和荞子为主。由于元、明时期从内地迁移 10 万军民到云南屯垦，大量汉族移居云南使许多白族

逐渐同化于汉族。到了清朝，白族的农业技术与汉族已十分趋近，有较为完整的耕作体系，水利灌溉较为先进，铁器的使用十分普遍。在西南地区深受汉族影响，农业技术水平较高的民族还有：傣族、纳西族、景颇族、阿昌族、普米族、部分拉祜族、部分布朗族、部分崩龙族、水族、仡佬族。

彝族的农作物是十分丰富的，“产青稞、包谷、油麦、苦荍、萝卜、红稻”。[①] 清代中叶，凉山的彝族开始有了水田农业，并施用肥料，主要是牲畜粪、绿肥和草木灰，有的是直接把羊群圈在需肥的耕地上过夜。耕作方法是浅耕浅耙，碎土不细。除水稻外，所有谷类作物都是撒播。垦种荒山和轮歇地，采用“砍火地”的“刀耕火种”方法。畜牧业是彝族的重要部门，清光绪末和本世纪初，彝族还“以多蓄马牛羊为富”。他们根据地区特点和气候变化，因地制宜地放牧。像绵羊，一般在农历三月剪毛后，便由低山赶上高山避暑；七月在高山剪毛后，又赶回低山来过冬。

哈尼族主要居住在山区，清朝哈尼族农业经济的重要特点是对山区农业的开发：“窝泥，或曰斡泥……多处山麓种地。”[②] 他们掌握了开辟梯田的技术，在梯田上种植水稻和茶树，为开拓我国边疆山区做出了贡献。

据史料记载，苗族“其种植则苗地山多田少，稻谷罕见，多于山坡种植杂粮，如芝麻、粟米、麦、穇子、薏苡、高粱、荞麦之类”。[③] 清康熙、雍正年间，在苗族地区先后实行改土归流，使苗族的农业技术有了很大提高，已大量使用铁质工具，有些地区农业生产保持休耕制。在清初黔东南苗族地区的水稻耕作技术就很高。苗族以农业为主，兼营养猪、养鱼等家庭副业。

---

① 魏源：《圣武记》卷11。
② 乾隆：《开化府志》。
③ 龚柴：《苗民考》。

侗族地区的农作物分三大类，粮食作物有水稻、旱稻、粟等和豆类；经济作物有棉花、蓝靛、花生、桐树等；蔬菜有白菜、青菜、萝卜、南瓜等。在旱地，仍沿袭落后的刀耕火种的方式："即使三四年，则弃地而别垦，以垦熟者烧瘠地故也。弃之数年，地力既复，则仍垦之。"① 在有水的地方，则以踏犁和锄开辟水田。

布依族生活在土地肥沃、气候温和的地区，很适宜于农耕。粮食作物主要有水稻、小麦、玉米；经济作物主要有棉花、苎麻、烤烟、甘蔗、油桐、油菜、茶叶等。清初改土归流后，布依族的农业技术水平得到充分的发展，农具中锄头的重量和长度都普遍增加了，锄口也由过去的贴钢改进为夹钢，学会了用挞头打谷，比从前的棍棒脱粒效率提高了好几倍。

四、中南、东南的少数民族农业技术

中南、东南的少数民族有壮族、瑶族、仫佬族、毛南族、京族、土家族、黎族、畲族、高山族。

在长期的农业生产实践斗争中，壮族形成了一整套农业技术体系。在清代，其农业技术体现在：十分讲究用地养地相结合，比如在宽阔的畲地和山地中，使用休耕和轮耕法，"秋收后，烧山以除百毒。二月启蛰，焚草渍灰以肥土"。②注意根据不同作物的土地条件安排作物的种植，"田皆种稻，地种杂粮，间有种草（旱）禾者……水田之中，多喜种芋"。③借助一定的农业生产资料和农用工具进行农业生产，"耕用牛，溉用车，亦用戽"。④在中南、东南深受壮族影响，并与壮族农业技术水平相近的少数民族还有仫佬族、毛南族。

在清代，瑶族使用牛耕和铁质农具，在山坡上开辟旱地。疏

---

① 严如煜：《苗防备览·风俗上》。

②③④ 钱元昌：《粤西诸蛮图记》。

沟架槽，把远处的山泉引来灌溉田地。瑶族以种植大米、玉米、红薯、芋头为主。狩猎业是瑶族一项较重要的副业。

京族是一个以捕鱼为主的民族，渔业生产一般属于浅海捕捞作业，工具有拉网、渔箔等。拉网是在沿岸进行捕捞，渔民架竹排在海边作半圆形放网，岸上 20～30 人分为两组，将网徐徐拉起。京族的渔民一般还兼营农业，为捕鱼业之补充。

土家族是一个长期受汉族影响的民族，到了清朝，已大量使用从汉族地区输入的各种先进农具，像铁铧犁、铁镰、铁耙等，还学会制造并使用"蜈蚣车"、"冲筒"、"水磨"、"水碓"等。

黎族的农业技术发展很不平衡，在靠近汉族的黎族地区，在清朝已使用从汉族地区输入的铁质农具犁、锄、镰刀等，用木耙耙田，但不重视田间管理，像中耕除草、施肥等一般不进行。这一地区还有以落后的"刀耕火种"方式种植水稻的。在五指山腹地，还有更为落后的"合亩"。这里以合亩为单位进行生产，生产工具有木耙或竹耙，质量差、犁头小的铁犁、锄、钩刀、铲、用来割稻的手捻小刀等。用牛踩烂田泥，然后插秧。

畲族以农业为主，主要种植水稻、红薯。由于畲族居住在东南丘陵地带，所以畲族兼营林业和茶叶等。畲族与汉族长期交错杂处，清朝，在土地利用、作物种类、生产工具、耕作技术等方面都与附近汉族大致相同。

在台湾，高山族中的"熟番"已达到了汉族的水平，"耕种犁耙诸器均如汉人"。[1] "归化已久，熟番亦知以稼穑为重，凡社中旧管埔地皆芟刈草莱，垦辟田园。有虑其旱涝者，亦学汉人筑圳，从内山开掘，疏引溪流，以资灌溉。片隅寸土，尽成膏腴"。[2]大部

① 黄叔璥：《台海使槎录》卷 6。
② 六十七：《番社采风图考》。

分地区从事锄耕，实行休耕制，广种薄收。

高山族中的"生番"多以狩猎和捕鱼为主。由于温暖湿润的气候条件，这里成为各类动物的苑囿。狩猎的对象主要有鹿。"台山无虎，故鹿最繁"。[1] 其他还有熊(包括猪熊、狗熊、马熊、人熊等)、山猪、山羊、豹、羌仔、山猫、兔、山鸡、穿山甲、红脚仔、鹰等。高山族的主要狩猎工具有弓、矢、镖枪、番刀、网罟和藤绳、陷阱、石板。高山族一年多次狩猎，每年七月月圆之时必举行一次狩猎，每4年举行一次大规模的狩猎，采用焚猎的方法。焚猎"先开火路以防燎原，诸番围立如堵，火起焰烈，鹿獐惊逸，张弓纵狗，大小俱殪"。[2] 高山族的捕鱼有着悠久的历史，但生产方式较为落后，直到清初铁箭工具较多传入时，捕鱼的生产力才有了较快的发展。据《番社采风图考》："番颇精于射，又善用镖枪，上镞两刃，杆长四尺余，十余步取物如携。尝集社众，操镖挟矢，循水畔，窥游鱼唫呴浮沫，或扬鬐曳尾，辄射之，应手而得，无虚发。"后来高山族学会了网捕和垂钓技术。到了道光年间，"(番)善射鱼，伺巨者仰沫，弋而取之，无虚发。近亦效汉人撒手网，作网罟，大小毕取"。这说明高山族的捕鱼生产力在汉族影响下得到了提高。　　(盖志毅)

第三节　农田水利建设

清初，作为我国少数民族的满族统治者，为了巩固其封建政权，十分重视农田水利和发展农业生产力。因此这一时期全国的农田水利建设普遍有所发展，但总的趋势是地方化和小型化，而且农田水利开发多兴盛于边疆少数民族地区，其中大型农水工

---

① 于文仪：《台湾府志》卷18。
② 康熙：《诸罗县志》。

程主要出现于西北疆域。清中期特别是自乾隆之后，虽然全国各地农田水利建设时松时紧，但总的趋势已开始走下坡路。不少古灌区如芍陂、练湖、陈公塘、蛮河、长渠、唐北河、引漳等灌区灌面缩小，有的甚至废弃。但无论如何，满族和其他少数民族为我国农田水利建设和科技发展作出的贡献是不应忽视的。

一、允祥与畿辅水利

清朝虽建都北京，但当时的经济中心却在南方，为使北京经济不致于完全依赖于南北运河的输运，开田种稻，兴办畿辅水利甚为需要。

雍正三年(1725 年)，因雨涝，河北 70 余州县遭受水灾。清廷命怡亲王允祥① 等人兴畿辅水利。允祥采纳了陈仪② 的规划意见，决定治河与营农田水利并举，进行全面综合治理。雍正四年(1726 年)即先于京东各地开田种稻，京南天津至保定间也由农民自发于沼泽积水处植稻。次年允祥奏准由水利总管府分设京东、京南、京西、天津四水利营田局。各局分管各地区的营田水利，开引河、疏泉源、筑圩岸、开沟渠、建闸涵；多泥沙河流的上游筑堰留淤造田；沿海引潮蓄淡，潮来渠满，闭闸蓄水，四面筑围，中为沟塍。历经数年，用银几百万两。从雍正五年至七年(1727～1729 年)，总计得水田 6 千余顷，外加农民自营田几千顷，成果甚佳。八年(1730 年)，允祥卒，水利营田随之废弃。然而允祥推行的营田之法并未消失，天津滨海地区就常有人试行。例如淮军周盛传部从同治十二年(1873 年)起，于海河南开河 200 里，营田 13 万亩，建新农镇种稻，维持了 30 多年，至光绪末始荒废。③

① 允祥：康熙第十三子，雍正继位时封怡亲王。雍正三年，被任命总理京畿水利。
② 陈仪：河北文安人，曾协助允祥办畿辅水利。著作颇丰，营田治河多有建树。
③ 姚汉源：《中国水利史纲要》，510 页，水利电力出版社，1987。

二、西北农田水利的发展

甘肃、宁夏、青海一直是我国回、藏、蒙、满等少数民族聚居的地区。入清以来，这里农田水利建设堪称全国之首，使西北地区成为当时我国农田水利建设成果颇丰的瞩目之地。

1. 宁夏农田水利工程的兴建

清康、雍之际，大清、惠农、昌润三渠是宁夏府出现的重要灌溉工程，这些工程与原有的唐徕、汉延等渠一起，使西北黄河水利的规模与效益达到了汉唐以来的最高水平。

大清渠于康熙四十七年（1708 年）建成，是利用汉、唐两渠间之贺兰渠，并另辟新渠口而修创。渠总长 75 里，建大小陡口 167 道。由于渠尾入唐渠，从而不仅扩大灌面至 1223 顷有余，而且根治了唐渠进水及水弱的问题，既解决了唐渠渠淤的问题，又使唐渠灌区之民不再与汉渠争水。工程深得当地各族民心，"以是宁民勇跃趋事，争先恐后。各渠疏通无阻、湃（夏人呼之为湃，即埂）岸又极坚固，所以立夏开水之日，黄河之水不加增。每年开水月余水不能到稍者，今不过四五日，稍末即浇灌偏足矣"。①

惠农渠创修于雍正四年（1726 年），是清廷直接干预的综合水利工程。当时清廷"命侍郎通智、单畴书，会同川督岳鍾琪，开惠农渠于查汉托护"。②"渠以石为底，建入水闸一，退水闸三，稍水于通润桥入黄河。又沿黄河筑长堤 320 余里以防黄泛，又修飞槽暗洞多处以泄横过水，修渡桥 38 座以便行人，建各闸水手房 40 余座以司启闭，置塘房 67 处以稽查汛，植数十万株垂杨以护堤"。③"自此沟塍绣错，二万余顷良田无不沾足"。④

---

① 王全臣：《上抚军言渠务书》。
② 《清史稿》卷 129，《河渠四》、《查汉托护》：蒙语，意即好牧场。
③ 王致中、魏丽英：《明清西北社会经济史研究》，144 页，三秦出版社，1989。
④ 通智：《惠农渠碑记》。

昌润渠与惠农渠于同年修建，是为整治六羊河道（或绿杨河）而成。渠多建闸、桥，两岸植柳，成渠110余里，支渠20余道，使整个查汉托护基本得以灌溉。三年修渠过程中，当地各族人民争先趋附，造渠辟田，致使经济繁荣，新设二县。为此，清廷乃移市口于石嘴，以至清代和近代以来，石嘴成为宁夏北部最重要的蒙汉市场。①

清代三大灌渠的修创，是宁夏少数民族和汉族团结奋斗的结果，它使灌面扩大到7千余顷，占乾隆后期宁夏府属总耕地面积的1/3。此外，各民族还对大量原有灌渠进行修浚。及至乾隆中后期，宁夏黄河水利开发已达有史以来最高水平，于黄河开口各干渠总长达2 161里。到清后期，总灌面已达21 000余顷。②

宁夏水利灌溉取得较大成就，与清代当地回、汉、蒙、满等民族水工技术的进步是一致的。当时，各渠渠口均有迎水坝引入黄河，逼水入渠；河水入口后，其旁多建有滚水坝，用碎石桩柴镶砌，高度有一定规格。水涨之时，余水由此溢出回流黄河。此段过后，建退水闸若干。水小则闭闸逼水入渠，水大则开闸使之回流黄河。退水闸段之后，方建渠道正闸，所用建材已改木为石。渠道两岸筑埂，同时沿黄河筑埂以护渠，称为“堤”，长者可至数百里。由于宁夏平原灌区渠道如织，溉余之水或山水池河之道往往受渠埂之阻，于是各渠下又设“暗洞”以利横水通畅；又由于渠道交叉纵横，故再建“飞槽”渡水或使两渠水互济，所用材料除木槽外，已有石槽。此外，由于黄河水多淤，每年春灌前均须清淤；为标明清淤深度，通智曾创埋“底石”法，即在规定深度定点埋石，上镌“准底”字样。每年清淤时，深度以此石为准，有效地保证了

①② 王致中、魏丽英：《明清西北社会经济史研究》，144页。

渠深和进水量。沿渠又分大小支渠若干。支渠口亦设水闸，称"陡口"。大渠尾入黄河处，也多设闸，称"尾闸"。各渠每年立夏开水，委官专理。放水之初，规定上游陡口闭闸，逼水入稍，"取稍民取得水结状以为验，名曰'封水'。水大时各支渠陡口酌留水二三分不等，称'俵水'。到稍后自下而上，以次开放。头水、二水以至冬水皆如此。"[1] 每岁冬水之后河冻，便采用埽工技术封堵渠口，既防春泛时河水溢入，又便于清淤。至于修渠人员的组织、修渠工具、水量测试等，清代均有明确规定。[2] 及至近代，宁夏这一灌溉工程系统仍一直发挥着重要作用。

2. 甘肃兰州提灌水利工程的发展

高架水车，明《天工开物》称为"筒车"，是一种便利的提水灌溉机具。由于兰州黄河两岸一般高出水面数丈，修渠引水困难，"至是黄河两岸不能开渠之处，又有水车。其车形如车轮，辐二三丈至四五丈不等，轮径小者四五丈，大者八九丈。用二木夹轴，高擎下入河流，上出河干。轮周围斜挂木桶。水激轮转，顺承倒泄。空中高架木槽，承水引入河干，分灌耄亩。计一轮可灌七八百亩。虽系人力，亦一水利也"。[3] 高架水车于兰州何时推广现已不可详考，但皋兰旧志记为明朝段续（皋兰人）引入，至迟入清已普遍运用了。据清末的统计数字可知，当时有水车156轮，灌地达1 8137亩[4]，水车数量之多，灌溉面积之广，不仅在西北地区，而且在全国也是首屈一指的。兰州果蔬园艺能在西北诸城中堪称佼佼者，其奠基乃在于此，它是兰州少数民族与汉族保持和发扬内地先进技术、发展兰州提灌水利工程

---

① 乾隆：《宁夏府志·田赋·水利》。
② 参看杨应琚：《浚渠条款》。
③ 《甘宁青史略正编》卷30，40～41页。
④ 据宣统《甘肃全省新通志·水利》所载数统计。

的具体体现。

3. 河西内陆流域农田水利的开发

雍正十二年(1734 年),肃州(今酒泉地区)凿山引红水河溉肃州盆地的红水河洞子坝工程,是清代河西地区最引人瞩目的工程。由于红水河洞子坝分东洞子坝及西洞子坝,故穿山引水时有东渠、西渠。渠口采取筑堰拦河蓄水方式逼水入洞。东渠长 10 余里,洞工即占十之八九,西渠洞工亦占十之四五,艰苦程度和技术要求相当高。参加工程者,不仅有当地各族民众,尚有屯驻该地的蒙、满官兵。当时据沈青崖记云:"东西两崖,皆百丈陡崖。东壁有一线蜗延,人马蚁缘而下。""壁间隔十余丈,启一窦,凿工出沙土处。凿者钻穴施技,灯火相望。""尤异者,以暗工摸索,而及其穿通,莫不吻合。以故外窦栉比,行列整齐,如排笙凤箫然,可怪也!"全坝明渠暗洞相接,断崖处飞槽连渡,更复引山泉入洞,又有瀑布悬泻,险怪疑于鬼工。渠工险峻处,"夫役缘梯以上,縋缏而下,如猱如鸟",穿山开渠"如蚁穿九曲珠,如虫蛀木,如蚓食壤"。[①]无怪沈青崖惊咤曰"神耶?人耶?余又安从而测之耶!?"这充分显示了当时高超的测量和凿洞引水技术。尽管这一技术的详细情节有待进一步考察,但工程的建成已充分说明,当时边远的酒泉地区,各族人民所掌握和运用的穿山开渠技术已达到了相当高的水平。除此而外,肃州可称述的水利还很多。随着清代这一地区水利的迅速发展,向以畜牧为主的肃州山前地带,风吹草低见牛羊的景象已大为改观。

三、河套灌区农田水利

清代是内蒙古河套地区农田水利建设的重要时期,出现了著名的位于今巴彦淖尔盟黄河与乌加河之间的 8 条引黄干渠。

---

① 沈青崖:《创凿肃州坝庄口东渠记》。

它们自西而东分别为：1. 永济渠，长 160 里，灌地 3 000 顷；2. 刚目渠(后改名刚济渠)，长 130 里，灌田 300 顷；3. 丰济渠(原名中和渠)，长 90 里，灌田千顷；4. 沙河渠(又名永和渠)，长 83 里，溉田 600 顷；5. 义和渠(又名王同春渠)，长 115 里，溉地千顷；6. 通济渠(原名老郭渠、短辫子渠)，长 102 里，溉田 500 顷；7. 长济渠(原名长胜渠)，长 130 里，溉田 300 顷；8. 塔布渠，长 97 里，溉田 500 顷。除此八大干渠，尚开挖小干渠引道[1]，各渠引水方式因条件而异：有的用"倒漾水"，由河水回流入渠；有的用"套水"，即在弯道开口，便于引河水入渠；也有的作迎水坝逼水入渠。[2] 不论是八大干渠还是众多小干渠，几乎都为地商和民众集资开挖而成，它浸透了蒙古族和汉族人民的汗水。例如，塔布渠首先就是由地商樊三喜、夏明堂、成长顺、高和娃和蒙古族人吉尔吉庆组成 5 大股进行开挖而成；广汗淖渠也是由蒙古族集款于光绪二十八年(1893 年)开挖的。[3] 河套地区著名的水利技术专家王同春在不进学堂和当时没有测量工具的情况下，用夜间灯火和下雨时水流方向测量地形，用物候方法预测水情，用积累的观察经验认识水文地质情况，等等，是与他总结和吸收当地蒙古族人民的实践经验分不开的。这些"土法"的运用，凝聚着蒙、汉劳动人民的智慧。

四、新疆的农田水利

乾隆二十四年(1759 年)清统一新疆之前，新疆少数民族已具备了较熟练的水工技术。如乾隆二十七年(1762 年)永贵等的上奏即谈道："查回人(维吾尔族)地亩，俱藉山水灌溉。凡沟渠深

---

[1] 参看姚汉源：《中国水利史纲要》，516～517 页，水利电力出版社，1988；陈耳东：《河套灌区水利简史》，50～52 页，水利电力出版社，1988。

[2] 《中国农业百科全书》水利卷(上)，286 页，农业出版社，1987。

[3] 陈耳东：《河套灌区水利简史》，50～51 页。

浅，圩堤厚薄……须相地势之高下，测水流之缓急，旧时俱有定式。”[1] 入清以后，农田水利建设进入全盛时期，主要分布于天山以北的伊犁河流域，额尔济斯河流域，乌陇古河流域及乌鲁木齐地区。天山以南则大体同于历代格局，主要分布于以塔里木河为主干的各灌区以及吐鲁番、玉河灌区、南疆四城等地区。其中除清政权直接干预外，当地少数民族特别是维吾尔族，为新疆农田水利的开发作出了重要贡献。康熙末年，维吾尔族农民屯田的“所属回庄（维族村寨）并官垦屯田，皆开渠灌溉，资其利焉”。[2] 且能掘地得水，“夏不凋，冬不冻，垦地开渠”。[3] 其中著名的伊犁屯田，成为新疆农田水利开发的一大特色。乾隆二十九年（1764年）时，清朝曾由盛京（今辽宁沈阳市）征调锡伯族官兵及家属3 000余人驻防伊犁河南，此间，疏浚了一条东西长180里的旧渠。嘉庆七年（1802年）起，锡伯营总管图伯特又率领锡伯族军民用6年时间在高于旧渠6～7丈的旧渠之南10余里山崖上开凿出一条长达200里的新渠，新渠沿泉水溢出带与洪积扇之间延伸，东至察布查尔山口，溉田千顷，这就是有名的察布查尔渠。[4] 时至今日，该渠尚充分发挥着效益，溉田达0.667万公顷。同为嘉庆七年（1802年），伊犁将军松筠[5] 曾率当地军民于惠远城（今伊宁市西）东、伊犁河北岸黄草湖开一大渠，后“又浚大渠一道……名‘通惠渠’，并于其东阿齐乌苏地方浚大渠，引辟里沁山泉之水灌田数万亩”。[6] 仅据宣统年间成书的《新疆图志》载，

---

① 《平定准噶尔方略》续编卷60。
② 和宁：《回疆通志》卷9。
③ 《钦定新疆识略》卷2。
④ 《中国农业百科全书》水利卷（上），53页；“察布查尔”为锡伯语，意为粮仓。
⑤ 松筠，字湘浦，玛拉特氏，蒙古正蓝旗人。
⑥ 《钦定新疆识略》卷6，《屯务》。

清代以来南北疆已建有干渠944条，支渠2363道，灌田数扩大到11 190 621亩。[①]

新疆农田水利事业能取得如此巨大的进步，除军屯和防务因素外，与当地各族人民掌握内地先进技术是分不开的。当时，内地渠道工程的凿引与勘测设计技术已广泛为当地少数民族所掌握和运用，并充分运用了分流技术。如雍正至道光年间，哈密地区引渠水灌田时就曾"立激水坝分流，一支南流营中"，"又东分一支灌贡瓜地"。[②] 至于渠口工程技术，则和内地所用技术几乎一样，以至清代所修各大渠，有的至今仍可实考。此外当时已能广泛应用比直接引流更复杂的截河灌溉技术。如光绪十一年（1886年）于迪化城（即今乌鲁木齐）西南60里（今昌吉县）处修创长胜渠时，就曾于河口筑斜堰四道，共长36丈。[③]

当然，内地传入新疆的水工技术还很多，然而这些技术并不是单纯照搬，它同时也包括了当地各族人民的发明与创造。

1. 新疆干旱少雨，农业多依赖灌溉，故长期以来新疆少数民族就十分重视开发雪水灌溉资源。至乾隆之后，这一传统灌溉技术得到大规模推广。如南疆辟展距天山甚近，"秋冬山间积雪，入夏消融，流注南麓，渗于沙土，离辟展城五六里许，复出地上，是为泉源。泉眼星落棋错，约十数处，去城里许，汇合成泉，名辟展郭勒，曲屈而南，地势就平，渠流散漫，近渠之地，咸引水灌溉"。[④] 成为当地农田灌溉的主要方法之一。

2. 新疆除干旱少雨外，还有土壤渗漏严重的问题。为此，新

① 所列数据由《新疆图志·河渠志》所载统计而得。

② 王致中、魏丽英：《明清西北社会经济史研究》，181页。

③ 戴良佐：《新疆昌吉地区历史上的水利事业》，载《中国水利》（水利史志专刊），1986(3)，67页。

④ 《钦定皇舆西域图志》卷33，《屯政》。

疆当地人民发明了灌渠毛毡铺底法,后又发展为"毛毡内垫、外涂灰土",并被运用于坎儿井地下暗渠工程中。但由于毛毡昂贵易腐,又改用树枝毛毡铺底,筑土其上,可仍不是理想防渗材料。故又创造用草皮和砾石铺砌的方法,由于其取材方便且可铺衬于渠壁两侧,防渗效果甚佳,从而得以推广。及至今日,这一技术仍在西北地区广泛运用。

3. 伯斯塘(维吾尔语,意即涝坝)是新疆维吾尔族人民的又一项技术发明。由于新疆缺水,加之气候寒冷,水温一般在－10℃以下,不能直接灌溉农作物。当地维吾尔族人便建伯斯塘,将地表径流或多余的河水等引入塘内以备用。通过蒸晒,水温提高,进行灌溉,极利作物生长。从而伯斯塘已成为新疆农田灌溉中不可缺少的设施,使用极广,"仅和田专区一处据统计就有二万多个,已经成为灌溉体系中重要的组成部分"。[①]

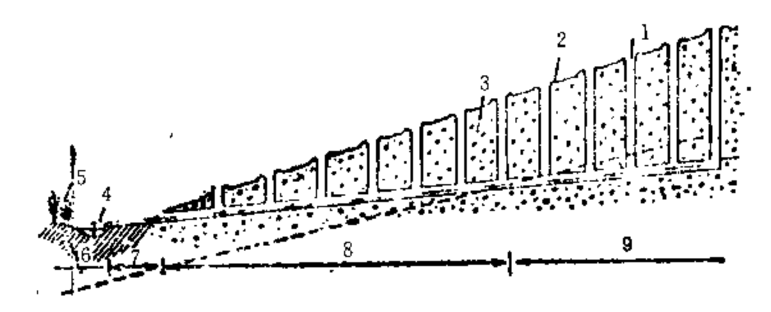
4. 坎儿井(又称长井、坎井)是新疆最具特色的水利工程。据黄盛璋考证,最早见于记载为清嘉庆年间,分布于吐鲁番地区,数量仅30余处。时值林则徐入疆兴办水利,将此水工技术大力推广,在托克逊县伊拉里克兴建坎儿井60余条,即后人所称之"林公井"。光绪六年左宗棠入疆后,又于"吐鲁番所属渠工之外,更开凿坎井一百八十五座"。[②]以后坎儿井迅速发展,成为该地区水利灌溉的重要支柱。

坎儿井主要由竖井、地下暗渠、地面渠道和涝坝四部分组成(如图3.5.3.1)。竖井主要起通风、定向和作为挖暗渠时出土之用;地面渠道为地下暗渠出口至涝坝间的输水明渠;地下暗渠则用来截取地下水并兼作输水渠道;涝坝(伯斯塘)则为小型蓄水

① 黄盛璋:《新疆水利技术的传播和发展》(续),载《农业考古》,1984(2),183页。

② 左宗棠:《办理新疆善后事宜摺》(光绪六年四月十七日上)。

池，一般容积为数十至数百立方米不等，其作用上文已有交待。由于吐鲁番地处天山一侧，存在着透水性极强的戈壁砾石带，故由天山向盆地流动的雪水、降雨等地表经流进入戈壁砾石带后，大约50%甚至全部水量渗入地下，形成一巨大潜水带。因此开



1. 竖井　2. 土堆　3. 沙砾石　4. 涝坝　5. 居民区、风景区
6. 土层　7. 明渠　8. 地下渠道输水部分　9. 地下渠道进水部分
图 3.5.3.1

挖坎儿井必须选择地形倾斜、质地坚硬的戈壁砾石带为宜。一方面坎井不易倒塌，另一方面则较易获得理想的地下水量。由于坎儿井结构简单，常年自流，水量稳定；采用暗渠又避免了风沙掩埋和减少灌水蒸发；更加之坎儿井能顺利通过一般河流、灌渠难于通过的透水性极强的戈壁砾石带，从而巧妙地保证了灌溉用水，它便成为适应这一地区特点的杰出的灌溉工程。尽管这一工程技术起源何地尚有不同说法①，一时难于定论，但坎儿井仅只存在于新疆，长期运用于新疆的事实则充分表明，这一杰出的科技成果正是当地少数民族智慧与汗水的结晶。仅据1957年统计，吐鲁番地区就有坎儿井1 237条，总长为4 000～5 000千

① 一种说法认为坎儿井技术来自我国西汉时关中的井渠法，以王维国为代表；另一说法认为来自中亚，以黄盛璋为代表；还有一说法认为来自新疆维吾尔族牧羊人，以新疆民间故事为代表。

米，比京杭大运河还长1 000多千米，灌溉面积达该地区耕地面积的70%以上，被誉为我国古代的三大工程之一。[①]

五、别具一格的傣族农田水利

聚居于我国云南边疆且作为百越后裔的傣族，自古就是稻作民族。在长期的生产实践中，傣族人民创造和发明了别具一格的稻作灌溉技术。入清以后，这一技术已日臻完善。

1. 巧妙的灌渠质量检验技术

傣族传统灌溉技术起于何时尽管尚须考证，但至迟于清代已多有记载。及至乾隆后期，西双版纳封建领主为保证水利畅行，其最高政权议事庭历年均发布修水利命令，其中乾隆四十三年（1778年）四月二十八日（傣历1140年7月1日）的命令中谈到："命令下达后，希勐当板闷[②]及各陇达官员[③]，计算清楚各村各户的田数，让大家带上圆凿、锄头、砍刀以及粮食去疏通渠道，并做好试水筏子和分水工具，从沟头一直到沟尾，使水流畅通无阻。"[④]命令中所提之试水筏子，就是灌渠质量检验工具。按照傣族古规，"每年傣历5、6月（汉历2～3月），修理水沟一次……同时就进行一次对各寨修理水沟的工程检查；从水头寨放下一个筏子……在哪一处搁浅或遇阻挡，就饬令负责该段的寨子另行修好，外加处罚"。[⑤]由于竹筏长宽均已固定，则顺水而下时即可对灌渠质量进行检验。包括（1）对渠底质量检验。如竹筏搁浅，表明渠底深浅不一。（2）对渠宽质量检验。如竹筏通不过或漂行缓慢，表明渠道过窄或过宽。（3）对渠弯

---

① 熊黑纲：《吐鲁番的坎儿井》，载《地理知识》，1982(4)，12页。

② "勐当板闷"，傣语，意为管水员。

③ "陇达"，傣语，意为为领主督耕、催征的官员，有时也参与水利管理。

④ 张公瑾：《西双版纳傣族历史上的水利灌溉》，载《思想战线》，1980(2)，60页。

⑤ 《傣族社会历史调查》（西双版纳之三），78～79页，云南民族出版社，1983。

道质量检验。如渠宽一定而竹筏通不过弯道，表明弯道曲率过大。（4）对沿渠空间质量检验。如竹筏因沿渠草木枝叶漫伸于渠内而受阻，灌渠质量亦不合格。1988年的实际考察表明，长期运用这一传统检验技术的古灌渠，至今渠道保存完好，不仅坡降比合适，渠道规整，弯道曲率较小，渠岸干净整洁，既保证了灌水流畅，而且减少了杂草籽种向农田的流入。①

2. 独特的有压自由出流涵管引水技术

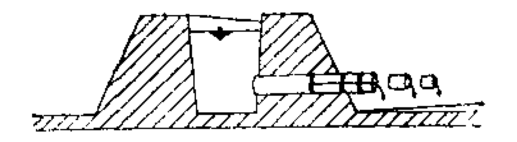
西双版纳傣族由干渠引水溉田时，往往不是直接开挖水口和建渠闸，而是采用有压自由出流涵管方式引水。引水涵管由打通竹节的竹筒制成，当地傣族称之为“南木多”意即水筒。每年旱季修渠时，在水利官员监督下取出旧涵管，并统一将新制“南木多”埋置于渠底上方水渠高度的$\frac{1}{3}$处（也即渠道满载时渠水面下$\frac{2}{3}$处），经水利官员系统检查、核对、确认无误后方才得以使用（如图3.5.3.2）。由于涵管作离堤自由出流，避免了水流对渠堤的直接冲刷和破坏，对护渠十分有利；加之有压自由出流涵管引水能充分利用水利条件，提高了输水效率；且用竹筒制作，涵管内壁光滑，几何断面理想，取材十分简便，长期以来成为适应这一地区并广泛应用的引水工具。尽管汉、傣历史文献对此记载极为有限，但这一技术至今仍在西双版纳部分地区实际运用的事实则表明，有压自由出流涵管引水的原理，很早就被傣族人民经验性地运用于水利灌溉了。②

3. 严格的配水技术

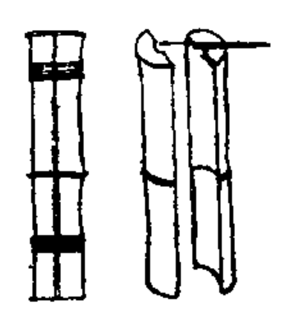
---

① 诸锡斌：《试析傣族传统灌渠质量检验技术》，《中国少数民族科技史研究》第四辑，118～128页。

② 诸锡斌：《分水器与傣族稻作灌溉技术》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，168～181页。



多个"南木多"配水埋设示意图(图中三个"南木多"的分水孔径不一定相同,但选材时竹筒粗细、长短基本一致并于同一高度埋设)



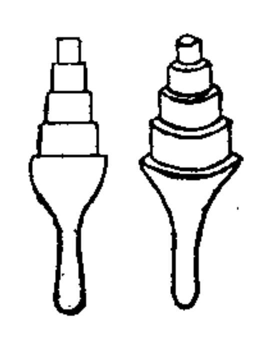
"南木多"

图 3.5.3.2

为达到合理分配农田用水,傣族人民于实践中发明了与涵管引水方式相适应的配水量具——"根多"① 和传统的配水技术。"根多"(如图 3.5.3.3),其实质是由不同粗细的圆柱叠加而成的器具,这些不同直径的圆柱就是其配水的各个量级。它由木料制成,是凿挖"南木多"分水孔的依据,即选取适宜竹筒,保留顶端一竹节,然后依据"根多"不同量级直径凿挖所需分水孔,并将竹筒其余竹节全部打通剔除修净。埋置制好的"南木多"时,需将分水孔一端装置于渠堤内侧;由于每个"南木多"口径有限,当需水较多而一个"南木多"所分水量不够时,可根据实际需求再

① "根多":傣语,意为竹筒塞,也有人将它取汉名为"分水器"。

埋设不同量级的“南木多”，以使所分水量之和达到应配给的总水量（见图3.5.3.2）。由于水量分配与傣族的经济收益直接相关，从而配水量的“根多”便具有相当的“权威”，它不仅自古为傣族人民所承认，并且成为历代统治者权力组成部分的重要标志之一。封建领主严格规定“根多”的量级不得随意改动，而且必须由专门的管水员保管。这一严格的配水技术与西双版纳周密的传统水利管理制度相配合，有效地保证了这一地区有限农田水利资源的开发和利用。①　（诸锡斌）



“根多”
图 3.5.3.3

① 诸锡斌：《分水器与傣族稻作灌溉技术》，《中国少数民族科技史研究》第二辑，168～181页。

后　记

由于人们对中国少数民族科学技术史的兴趣逐渐增加，研究者日众，因此，中国科学技术史学会于1987年8月委托内蒙古师范大学在呼和浩特召开了“首届全国少数民族科学技术史学术讨论会”。会议期间成立了中国少数民族科学技术史研究会筹备委员会。1988年冬又在南宁召开了“第二届全国少数民族科学技术史学术讨论会”。

南宁会上，经过酝酿、讨论，决定了三件事：

1. 正式成立“中国少数民族科学技术史研究会”，并经选举产生了理事会，李迪教授当选为理事长。1990年，研究会成为中国科学技术史学会的分会。

2. 决定以后每隔一年召开一次全国会议。会上，新疆代表当即表示欢迎1990年在乌鲁木齐召开下一次会议。

3. 出版《中国少数民族科学技术史》丛书。这是由广西科学技术出版社提出建议，李迪教授则当场表示愿意承担这套《丛书》的编写组织工作。

这次会后，李迪教授经与有关专家学者协商，定下《丛书》的分卷和写法，并邀请了各分卷的主编。在此基础上组成编委会。从1989年开始筹备，到1990年有的分卷已动手撰写提纲。1991年8月，在广西科学技术出版社的筹划和具体组织下，在内蒙古师范大学科学史研究所的大力支持协助下，在包头召开了首次编写会议。到会的有各卷负责人及广西科学技术出版社的领导和编辑人员共计7人，对整个编写工作进行了部署，正式拉开《丛书》编写的序幕。

本《丛书》学科划分为：通史、天文历法、地学水利航运、纺

织、农业、医学等卷。平均每卷40万字左右,《丛书》约500万字。

为什么要编写这套《中国少数民族科学技术史》丛书,很显然是因为目前世界上还没有这样的著作。但是,中国少数民族在科学技术方面的成就很多,这些成就已成为中国科学技术的重要组成部分,由于过去注意不够、研究不平衡,尚未形成系统,在一些著作里反映较少也是很自然的。1988年南宁会议期间,多数出席者认识到了这一点,于是编写《中国少数民族科学技术史》丛书的问题被提了出来,并立即通过和列入出版计划。

出版计划确定后,受到各方面的关注,得到许多单位和个人的大力支持。1992年,新闻出版署经严格审查后把本《丛书》列入国家"八五"重点图书,这对编委会的编委和执笔者都是巨大的鼓舞。

在本《丛书》出版之际,特向各界读者说明编撰本《丛书》的起因,并借此机会向支持、关心此项事业的单位、个人和广西科学技术出版社表示衷心谢意。

中国科学技术史学会少数民族科学技术史分会
《中国少数民族科学技术史》丛书编委会　**敬　启**

1994年9月7日